

# Die Entwicklung der Technik des Gewölbebaues in Deutschland in der Zeit zwischen 1050 und 1350

Pieper, Klaus

Veröffentlicht in:  
Abhandlungen der Braunschweigischen  
Wissenschaftlichen Gesellschaft Band 43, 1992,  
S.207-268



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

# Die Entwicklung der Technik des Gewölbebaues in Deutschland in der Zeit zwischen 1050 und 1350

Von **Klaus Pieper\***, Braunschweig

## Inhaltsverzeichnis

1.	Das Ziel der Arbeit . . . . .	209
2.	Das Entstehen des Themas . . . . .	209
3.	Die Schwierigkeiten der Materialbeschaffung . . . . .	210
4.	Begrenzungen des Themas . . . . .	211
4.1	Die Funktion der betrachteten Gewölbe . . . . .	211
4.2	Die Grundrisse der betrachteten Gewölbe . . . . .	211
4.3	Die Region, aus der die Beispiele kommen . . . . .	211
	Standorte der Bauwerke . . . . .	212
4.4	Der bearbeitete Zeitraum . . . . .	213
4.5	Die Begrenzung des wissenschaftlichen Anspruches . . . . .	213
5.	Die Formen der Materialsammlung . . . . .	213
6.	Zuordnung zu Bauzeiten und Baustilen . . . . .	214
7.	Verwendete Literatur . . . . .	215
8.	Weshalb entstanden Gewölbe anstelle von flachen Holzdecken? . . . . .	216
8.1	Gestaltungswünsche . . . . .	216
8.2	Technische Gründe . . . . .	216
9.	Schwierigkeiten bei der Aufnahme des Gewölbeschubes . . . . .	217
10.	Rundbogige Kreuzgewölbe . . . . .	217
11.	Spitzbogige Gewölbe . . . . .	221
12.	Die Formen der Gurtbogen . . . . .	225
13.	Die Grundrisse . . . . .	225
14.	Die Spannweiten . . . . .	226
15.	Baustoffe und Kappendicke . . . . .	227
16.	Grundflächen und Gewichte . . . . .	231
17.	Grate und Rippen . . . . .	232
18.	Schlußbetrachtung . . . . .	232
	70 Zeichnungen . . . . .	233–268
	3 Faltblätter in der Beilage:	
	Zeitstreifen 1 / Zeitstreifen 2, 3 und 4 / Zeitstreifen 5 und 6	

---

\* Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e. h. K. Pieper · Ginsterweg 13 · 3300 Braunschweig



*Die Gewölbe der St. Marienkirche in Lübeck  
vor der Zerstörung 1942*

*Foto: Ursula Uhland-Ringler 1939*

## 1. Das Ziel der Arbeit

Es werden 70 im Original erhaltene historische Gewölbe in ihren Hauptformen dargestellt und in Gruppen geordnet. In zeitlichen Entwicklungslinien, den Zeitstreifen, wird dann gezeigt, wie sich die Vielfalt entwickelt hat, oder wie einzelne Formen die ganze Berichtszeit hindurch nebeneinander herlaufen und wie bestimmte Merkmale einander zugeordnet sind.

Die 6 Zeitstreifen sind aus technischen Gründen auf 3 gefalteten Blättern in der Tasche am Ende des Bandes untergebracht

Zeitstreifen 1 Liste der erfaßten Gewölbe und ihrer Kennzeichen

Zeitstreifen 2 Summenlinien der romanischen und gotischen Bauten

Zeitstreifen 3 Gewölbeformen, Anspitzungen und Höhenverhältnisse

Zeitstreifen 4 Gewölbeformen, Spannweiten und Seitenverhältnisse

Zeitstreifen 5 Gewölbedicke und Baustoffe

Zeitstreifen 6 Summenlinien der Grat- und Rippen-Gewölbe

## 2. Das Entstehen des Themas

Bei Arbeiten zur Sicherung von gefährdeten Kirchenbauten, die durchweg überwölbt waren, stand ich immer wieder vor neuen Formen der Gewölbe und neuen Einzelheiten von deren Konstruktionen. Daher entstand der Wunsch, durch Aufzeigen von Ursprüngen und Entwicklungslinien eine gewisse Ordnung in diese Formvielfalt zu bringen.

Da während meiner aktiven Zeit in der Bedrängnis durch Lehre und Betreuung für eine viel zu große Zahl von Architekturstudenten und durch die Vielzahl von Sicherungsaufgaben, für die ich als Spezialist galt, für eine solche Arbeit keine Zeit blieb, entstand der Plan, nach der Emeritierung in einem technisch gut ausgerüsteten Wohnwagen alle die Bauwerke in Ruhe zu besuchen, die für eine solche Arbeit Bedeutung haben könnten, um an Ort und Stelle nach geeigneten Bauzeichnungen zu suchen und Details selbst zu ermitteln.

Als es dann aber so weit kam, da waren meine Beine durch multiple Sklerose gelähmt, und an das Besteigen von Gewölben war nicht mehr zu denken.

Es ergab sich zunächst als Schreibtischarbeit das Niederschreiben meiner Erfahrungen bei den Sicherungsarbeiten in dem Buch „Sicherung historischer Bauten“. Erst als das 1983 geschaffen war, tauchte der Gedanke an die Gewölbe wieder auf. An das Besuchen der Bauten war aber nicht mehr zu denken, sondern es mußte der Versuch unternommen werden, die notwendigen Unterlagen auf schriftlichem Wege zu sammeln.

Ein guter Freund, der mehr vom Schreiben versteht als ich, meinte, solche persönlichen Dinge seien in dieser Arbeit fehl am Platze. Er hat recht, und doch lasse ich den Abschnitt stehen, denn es ist erkennbar, daß die Arbeit entgegen einer Glieder und Geist zunehmend lähmenden Krankheit zu Ende gebracht wurde.

### 3. Die Schwierigkeiten der Materialbeschaffung

Die Schwierigkeiten, die beim Sammeln von geeigneten Unterlagen entstanden, sind zum Teil in der Unterschiedlichkeit der Betreuung der Bauwerke begründet.

Da gibt es im günstigsten Falle ein Kirchenbauamt für den einzelnen Bau, oder es ist der Bau der Obhut eines Architekturbüros anvertraut. In seltenen Fällen konnten auch Ingenieure ausfindig gemacht werden, die mit Sicherungsarbeiten betraut waren und dafür Unterlagen erarbeitet hatten, die auch für meine Arbeit von Interesse waren.

Dann gibt es Zusammenfassungen von Baugruppen in Stadt- und Landes-Kirchenbauämtern oder in Diözesan-Bauämtern. Für Bauwerke, bei denen der Staat unterhaltspflichtig ist, sind Staatshochbauämter zuständig. Der Sitz der Ämter fällt durchaus nicht immer mit dem Standort des Bauwerkes zusammen. So wird beispielsweise der Dom zu Limburg von einem Staatsbauamt in Wetzlar betreut, aber der Dom zu Wetzlar von einem Architekten in Gießen. Landesdenkmalämter sind selten im Besitz von ausreichenden Unterlagen über die Baudenkmale. Zudem gilt ihr Interesse oft mehr der Ausstattung der Bauwerke als deren Bausubstanz. Das Landesamt für Denkmalpflege in Kiel bildet meiner Erfahrung nach in dieser Beziehung eine rühmliche Ausnahme.

Die Außenstellen des Institutes für Denkmalpflege in der DDR haben auf meine mehrfachen Bitten um Angaben über ihre Dome überhaupt nicht geantwortet. Das war ihnen damals wohl noch grundsätzlich verboten. Die Angaben über die Dome in Meißen und Magdeburg und über die Nicolaikirche in Stralsund stammen alle von kirchlichen Betreuern, die mir zufällig bekannt wurden.

Für jedes bescheidene Baudenkmal, das gesichert oder auf eine neue Nutzung vorbereitet werden muß, werden heute „verformungstreue Bauaufnahmen“ gefordert. Für die Großbauten der Denkmalpflege gibt es solche genauen Bauzeichnungen kaum einmal, obgleich gerade bei ihnen die oft sehr großen Verformungen maßgebend sind für die Beanspruchungen der Tragwerke und die daraus abzuleitende Standsicherheit. Ich habe eine solche gute Bauaufnahme nur für den Dom in Speyer gefunden, für den sie in dem großformatigen Buch von Prof. Dr. Haas veröffentlicht wurde. Außerdem habe ich das Entstehen einer solchen Bauaufnahme für die barocke Klosterkirche in Neresheim miterlebt. Dort waren Architekturstudenten der TU Stuttgart unter der Leitung von Vermessungsingenieuren und Photogrammetern mehrere Jahre tätig, um Aufnahmezeichnungen im Maßstab 1:25 mit einer Genauigkeit von  $\pm 2$  cm zu erstellen.

Das Erarbeiten solcher Unterlagen für alle historischen Großbauten sollte eine vorrangige Aufgabe der Denkmalpflege sein. Wenn einmal Baumaßnahmen notwendig werden, ist es meist zu spät, um erst mit der zeitaufwendigen Aufnahme zu beginnen. Außerdem sind nur so genaue Aufnahmen für das Beobachten fortschreitender Schäden zu gebrauchen. Die heute bei den Betreuern vorhandenen Zeichnungen sind gerade in bezug auf die Gewölbe oft grob schematisch und in den Abmessungen sehr ungenau.

Die genaue Form der Gewölbekappen ist aus den normalen Bauaufnahmen schon deshalb nicht zu entnehmen, weil nur Achsschnitte dargestellt werden. Höhenschichtlinien, aus denen man die genaue räumliche Form der Kappen rekonstruieren könnte,

gibt es nirgends, obgleich das Ableiten solcher Linien aus photogrammetrischen Meßbildern möglich ist, zu deren Aufnahme keinerlei Gerüste aufgestellt werden müßten.

Welcher Betreuer weiß schon, wie dick die Kappen der Gewölbe seines Bauwerkes sind? Das interessiert ja weder den Besucher noch den Historiker noch den Architekten, obgleich diese Dicke maßgebend ist für die Größe des Gewölbeschubes, und der wiederum ausschlaggebender Grund für die meisten Schäden an den Bauwerken ist.

Bei einigen Gewölben, bei denen Angaben zur Dicke beim besten Willen nicht zu beschaffen waren, sind im Zeitstreifen 1 diese Zahlen durch Fragezeichen ersetzt.

#### **4. Begrenzung des Themas**

Wegen des Umfangs der Arbeit, aber auch wegen der geschilderten Schwierigkeiten bei der Beschaffung der Unterlagen waren Begrenzungen in verschiedener Hinsicht notwendig.

##### **4.1 Die Funktion der betrachteten Gewölbe**

Es wurden nur Gewölbe bearbeitet, die unbelastete Raumabschlüsse darstellen. Dadurch werden die vielen Gewölbe über den Krypten der Dome ausgeschlossen. Diese Gewölbe sind durch die meist sehr kleinen Raumhöhen und Spannweiten, durch die Auffütterung bis zum horizontalen Fußboden und durch die Nutzlasten ganz anderen Gestaltungsbedingungen unterworfen als die Gewölbe, die hier betrachtet werden sollen. Es wird aber nicht übersehen, daß die Gewölbe der Krypten oft sehr viel älter sind, als die der Kirchenschiffe.

##### **4.2 Die Grundrisse der betrachteten Gewölbe**

Es werden nur Gewölbe mit rechteckigem Grundriß berücksichtigt. Dadurch entfallen die runden oder vieleckigen Chorgewölbe und die Abschlüsse von Apsiden.

##### **4.3 Die Region, aus der die Beispiele kommen (Bild 1)**

Es werden nur Bauten auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erfaßt. Der Schwerpunkt liegt etwas nach Norden verschoben. Das liegt daran, daß meine eigene Tätigkeit sich auf den Norden beschränkte und ich nur wenig Beziehungen zu Kollegen im bayrischen Raum habe.

Die Konzentration von Beispielen in Lübeck und Braunschweig sind entstanden, weil in beiden Städten besonders viele historische Bauten erhalten sind und weil ich bei meiner Arbeit zur Sicherung dieser Bauten die notwendigen Unterlagen schon gesammelt hatte. Die Konzentration im Raum Köln entstand durch die bereitwillige Hilfe des dort tätigen Kollegen Dipl.-Ing. Schwab und des Dombaumeisters Prof. Dr. Wolff.

Die auffällige Häufung romanischer Bauten im Bereich Braunschweig, Goslar, Magdeburg ist historisch bedingt. Während der Romanik lag der Schwerpunkt des Reiches in dieser Region. Das hat zu einer regen Bautätigkeit geführt. Dann aber verlagerte sich der politische Schwerpunkt, die Region verarmte, und die Bautätigkeit blieb nur gering. Dadurch blieben die romanischen Bauten im Urzustand erhalten und wurden nicht, wie in anderen Landesteilen, späteren Baustilen angepaßt.



Bild 1:  
Standorte der Bauwerke

Nur drei Bauten aus der ehemaligen DDR konnten berücksichtigt werden. Diese stellen aber alle drei Extreme dar. Der Chor des Domes in Magdeburg ist das älteste Bauwerk, das als gotisch bezeichnet wird. Die Gewölbe des Domes in Meißen unterschreiten als erste eine Dicke von 20 cm. Die Nicolaikirche in Stralsund ist der erste Nachfolgebau der Marienkirche in Lübeck mit nur noch ½-Stein-dicken Gewölben.

Die drei Beispiele zeigen, wie wichtig es wäre, die Arbeit auch auf das Gebiet der ehemaligen DDR auszudehnen.

Verbindungen über die Grenzen im Westen wurden bisher bewußt nicht aufgenommen, obgleich Einflüsse aus Frankreich und England mit Bestimmtheit zu erwarten sind. Nach den Erfahrungen mit den Schwierigkeiten, die beim Zusammentragen der Unterlagen in Deutschland auftraten, schien es angezeigt, erst in das Ausland zu gehen, wenn die Arbeit über die Gewölbebauten in Deutschland zum Abschluß gekommen ist. Anhand dieses Beispiels wird es dann wohl möglich sein, das Interesse ausländischer Kollegen zu wecken.

#### **4.4 Der bearbeitete Zeitraum**

Der Zeitraum, den die Untersuchung erfaßt, reicht von der Entstehungszeit der Gewölbe über den Seitenschiffen des romanischen Kaiserdomes in Speyer um 1050 bis zur hohen Gotik um 1350, also über 300 Jahre. Ältere Gewölbe habe ich nicht gefunden, und um 1350 ist die Konstruktion der gotischen Gewölbe voll entwickelt. Was danach noch an neuen Formen entstanden ist, wie die Stern- und Netz-Gewölbe, war mehr gestalterisch als konstruktiv bedingt.

#### **4.5 Die Begrenzung des wissenschaftlichen Anspruches**

Die Anzahl der erfaßten Bauwerke ließe sich wohl auch unter Einhaltung der genannten Begrenzungen noch wesentlich über die vorliegende Zahl von 70 Darstellungen erweitern. Da sich aber die gestellten Fragen anhand des vorhandenen Materiales durchaus so beantworten lassen, daß aus einer Vermehrung der Beispiele keine grundsätzlich anderen Ergebnisse zu erwarten wären, wurde die Arbeit zunächst abgeschlossen.

Die Arbeit soll und kann nicht nur aufgrund dieser Unvollständigkeit, sondern auch wegen der unvermeidbaren Ungenauigkeiten in bezug auf die Abmessungen und die Bauzeiten der Gewölbe nicht den Anspruch erheben, endgültig abgeschlossen zu sein. Sie will zur weiteren Beschäftigung mit vielen Themen über die historischen Bauten in der hier verwendeten Weise anregen.

### **5. Die Formen der Materialsammlung**

Von allen Gewölben wurden trotz der Größenunterschiede gleichartige Zeichnungen im Maßstab 1:200 hergestellt. Die 70 nach den Standorten alphabetisch geordneten Darstellungen enthalten den Grundriß und die Schnitte durch ein Gewölbefeld vom Gesims bis unter das Kapitell herunter. Dabei wurde bewußt auf manche unwichtig erscheinende Details verzichtet. Diese Einheitlichkeit von Maßstab und Darstellung soll den Vergleich der Gewölbeformen untereinander erleichtern.



Dem Vergleich dienen auch die aus den Abmessungen d, 1, h und e abgeleiteten Kenngrößen  $2h/d$  und  $2e/d$ . Die Bezeichnungen und die Kenngrößen sind in den Bildern 4 und 9 erläutert. Die Abmessungen der Bauteile wurden meist Bauzeichnungen im Maßstab 1:100 entnommen. In einigen Fällen konnten auch besonders zuverlässig erscheinende Buchveröffentlichungen kleineren Maßstabes herangezogen werden. Diese Unterlagen wurden durch Auskünfte der betreuenden Stellen und bei einer Reihe von Bauwerken nach den eigenen Sicherungsakten ergänzt. Im Zeitstreifen 1 sind die verwendeten Daten für alle Gewölbe aufgelistet. Die Gewölbe sind dort nach ihrem Entstehungsdatum geordnet.

## 6. Zuordnung zu Bauzeiten und Baustilen

Für das Einordnen in die Entstehungszeit wurde versucht, aus den meist spärlichen Daten für das Baugeschehen und die Weihe der Kirchen auf die Bauzeit der Gewölbe zu schließen. Dabei konnte davon ausgegangen werden, daß man damals die Gewölbe durchweg im Schutz der Dächer baute, sie also als die letzten Bauteile vor der Weihe entstanden. Für das Ausmalen und Ausstatten der Kirchen wurde je nach der Länge der Bauzeit und der Größe des Bauwerkes ein verschieden großer Abstand vom Weihe-datum angesetzt. Selbstverständlich wurden Umbauten und Erneuerungsarbeiten, soweit sie bekannt sind, berücksichtigt. Die so entstandenen Datierungen haben keinen Anspruch auf große Genauigkeit. Da es in der Arbeit aber nicht um Prioritäten geht, sondern um zeitliche Tendenzen, spielen einzelne Datierungsfehler keine große Rolle für das Ergebnis.

Wenn die Entstehungszeiten verschiedener Bauten so dicht beieinander liegen, daß ihre exakte Einordnung in die Zeitstreifen durch deren vorgegebenen Maßstab nicht möglich ist, werden Verschiebungen bis zu 10 Jahren hingenommen, um die übersichtliche Darstellung zu ermöglichen.

Die Zuordnung der Gewölbe zu den Stil-Begriffen Romanik und Gotik erfolgte aufgrund der vorherrschenden Formen der Bauwerke. Übergangsformen wurden bewußt nicht berücksichtigt. Ich habe vielmehr versucht, aus den Zeitstreifen eine Übergangsperiode abzuleiten.

Aus den Summenlinien der romanischen und gotischen Gewölbe im Zeitstreifen 2 ergibt sich von 1240 bis 1270 eine überraschend kurze Überschneidung der beiden Stile von nur 30 Jahren. Diese Übergangszeit wird sich bei der Ausdehnung der Untersuchung auf einen größeren geographischen Bereich zweifellos verlängern.

Der Zeitstreifen 2 zeigt auch, daß der behandelte Zeitraum von 300 Jahren sich ungleich in 200 Jahre Romanik und 100 Jahre Gotik aufteilt. Die Anzahlen von 41 romanischen und 28 gotischen Bauwerken entsprechen nicht diesem Verhältnis, da aus den ersten 100 Jahren nur wenige Gewölbe erhalten sind.

Die unterschiedlichen Neigungen der beiden Summenlinien scheinen darauf hinzuweisen, daß die Bautätigkeit im zweiten Jahrhundert der Romanik am lebhaftesten war. Das aber könnte sich nach dem vollständigen Erfassen aller Bauwerke noch ändern, da bei der derzeitigen Beschränkung auf 70 Beispiele in der Gotik noch mehr Bauwerke fehlen dürften als in der Romanik.

Wichtig erscheinen die Zeitstreifen vor allem für die Angaben zu den einzelnen Gewölbeformen (ZS 3), zu den Baustoffen und der Schlankheit der Kappen (ZS 5). Sie zeigen anschaulich, ob die einzelnen Charakteristika innerhalb der betrachteten Periode von 300 Jahren sich entwickelten (ZS 3), neu auftauchten (Ziegel ZS 5), verschwanden (Stilrichtung ZS 2) oder unverändert nebeneinander herliefen (Kreuz- und Kuppelgewölbe ZS 3).

## 7. Verwendete Literatur

- Bildbandbücher der Reihe „Deutsche Kunstdenkmäler“ (Deutscher Kunstverlag)  
Mit Hilfe dieser Buchreihe wurde nach Bauwerken gesucht, die für die Arbeit interessieren. Die Angaben zu den Zeitdaten stammen überwiegend aus dieser Reihe. Auf die Nennung dieser Quelle wurde im Einzelfall verzichtet.
- „Kirchen und Klöster und ihre Kunstschatze in der DDR“ (Verlag O. H. Beck, München 1984)  
Dieser Band diente der Ergänzung der Bildhandbücher für die Bauten der DDR.
- Dehio-Bezold „Kirchliche Bauten des Abendlandes“  
Die großformatigen Zeichnungen dieses Werkes wurden für eine Reihe von Bauwerken genutzt, z.B. für die Abteikirche Ebrach und die Elisabethkirche in Marburg, wenn auf andere Weise keine Zeichnungen beschafft werden konnten. Meine Bewunderung für dieses riesige Werk stieg mit den Schwierigkeiten, die bei der Beschaffung anderer Unterlagen entstanden.
- Prof. Dr. Hecht „Zeittafeln zur Baugeschichte“  
Diese Umdrucke für die Vorlesung im Fach Baugeschichte an der TU Braunschweig gaben Anregung und erste Hinweise auf wichtige Bauwerke.
- „Die Bau- und Kunstdenkmäler der Freien und Hansestadt Lübeck“ (Verlag Bernhard Nöhring 1906)  
Aus dieser Buchreihe wurden die eigenen Unterlagen über die Kirchenbauten in Lübeck ergänzt.
- Dr. Dorn „Mittelalterliche Kirchen in Braunschweig“ (Verlag Niemeyer 1978)  
Dieser Band diente der Ergänzung der eigenen Unterlagen und der des Kirchenbauamtes in Braunschweig.
- Kl. Pieper „Sicherung historischer Bauten“ (Verlag Ernst und Sohn 1983)  
Die vorliegende Arbeit fußt auf diesem Buch und ergänzt es durch ihre Beispielsammlung und die Angaben zur Baugeschichte.
- Das Buch von Prof. Hart „Technik und Kunst der Wölbung“ ist das für den Architekten maßgebende Werk zum gemeinsamen Thema. Es ist mir leider erst nach Abschluß meiner Arbeit bekannt geworden, so daß ich mich nicht darauf beziehen kann.
- Weitere Bücher über Einzelbauwerke werden als Quellen auf den Zeichnungen genannt.

## 8. Weshalb entstanden Gewölbe anstelle von flachen Holzdecken?

Der Wunsch, anstelle der bis zum Beginn der hier behandelten Epoche um das Jahr 1000 gebräuchlichen Holzdecken, Gewölbe zu errichten, kann mehrere Gründe gehabt haben.

### 8.1 Gestaltungswünsche

Gestaltungsfragen dürften am wichtigsten für die Einführung der Gewölbe gewesen sein. Die flache Holzdecke gibt dem Bau einen harten, endgültigen Abschluß. Man ahnt darüber eher die notwendige Holzkonstruktion als den hohen Himmel.

Die mit einem Gewölbe zusätzlich gewonnene Raumhöhe braucht nicht immer zu einer teuren Erhöhung der Außenmauern und des Dachfirstes zu führen. Die Gewölbe reichen manchmal bis hoch in den Dachraum hinein. Das hat allerdings dann auch zu schweren Schäden geführt, wenn das Fehlen des geraden Untergurtes in der Dachkonstruktion nicht entsprechend berücksichtigt wurde. Das Gewölbe macht nicht mehr den Eindruck eines Deckels, sondern vermittelt das Gefühl eines Überganges zum großen Raum.

Der Raum „da oben“ wird durch die Verschneidungskanten oder die Rippen in verschieden gerichtete und daher verschieden beleuchtete Flächen unterteilt. Das geschieht beim Kreuzgewölbe sehr viel mehr als bei einer einachsigen Tonne, die daher auch kaum vorkommt. Das Kreuzgewölbe erlaubt darüber hinaus viel höhere Fenster und bringt daher mehr Licht in den Raum.

Diese Gesichtspunkte gelten für die niedrigen Seitenschiffe mehr als für die Hochschiffe. Tatsächlich sind ja auch zunächst vor allem Seitenschiffe überwölbt worden. Wenn in der Aufzählung der Beispiele nur wenige Seitenschiffe aufgeführt sind, so liegt das vor allem daran, daß sie bis heute weniger beachtet und dokumentiert wurden.

### 8.2 Technische Gründe

Der Übergang von der Holzdecke zum Steingewölbe kann aber auch technische Gründe gehabt haben. Es wird ja immer wieder berichtet, daß Kirchen durch Brände zerstört wurden. Das Gewölbe, vor allem das frühe sehr dicke Gewölbe, kann verhindern, daß ein Brand des Daches, der vielleicht durch Blitzschlag hervorgerufen wurde, auf den Kirchenraum übergreift. Es kann aber auch die Ausdehnung eines durch die vielen Kerzen entstandenen Brandes im Kirchenraum auf das Dach verhindern. Auch das gilt für das niedrige Seitenschiff mehr als für das Hochschiff.

Schließlich waren die Holzdecken auch recht fäulnis anfällig. Sie litten unter der durch die schlecht schließende Dachhaut in Form von Schlagregen und Flugschnee eindringenden Feuchtigkeit und unter der Kondensatbildung aus den Ausdünstungen der Besucher und der vielen Kerzenflammen. Daß man sich dieser Probleme bewußt war, zeigen die oft in die Gewölbe eingebauten Lüftungsöffnungen.

## 9. Schwierigkeiten bei der Aufnahme des Gewölbeschubes

Die Erfüllung der gestalterischen und sicherheitstechnischen Wünsche durch die Steingewölbe brachte den Bauwerken aber eine neue Bedrohung durch die offensichtlich nicht erkannten oder falsch beurteilten Gewölbeschübe und durch die noch fehlenden Erfahrungen, wie man sie ableiten kann.

Die romanischen Gewölbe waren unverhältnismäßig dick und daher schwer, die Schübe entsprechend groß.

Die ersten Erfahrungen lehrten zunächst nur, daß weitgespannte Gewölbe auch sehr dicke Wände hinausschoben und dann selbst durch Risse gefährdet wurden. Die Techniken zur Aufnahme oder Verringerung der Gewölbeschübe wurden zumeist erst in der Gotik entwickelt und dann auch gestalterisch integriert.

Die Gewölbe über den Seitenschiffen des Domes zu Speyer sind die frühesten hier erfaßten Konstruktionen. Sie sind um 1050 entstanden.

Für den Bau dieses Kaiserdomes wird auf jeden Fall ein Baumeister gewählt worden sein, der sowohl die architektonischen Absichten und Formen als auch die technischen Möglichkeiten der Zeit beherrschte. Trotzdem, oder vielleicht gerade wegen seiner umfassenden Erfahrungen, hat er es nicht gewagt, die große Spannweite des Hochschiffes zu überwölben. Seine Lösung war, das Hochschiff wie bisher üblich durch eine flache Decke zu schließen und nur die kleineren Spannweiten der Seitenschiffe zu überwölben.

Als seine Nachfolger schon 50 Jahre später, diese weise Entscheidung mißachtend, einfach die Holzdecke durch Gewölbe ersetzten, ohne für das Ableiten der nun entstehenden Schübe Sorge zu tragen, haben sie dem Bau seine durch Jahrhunderte wirkende Schwäche beschert.

Der Dom in Mainz, dessen Gewölbe nur 20 Jahre später entstanden, gilt als der erste Bau, der von Anfang an voll eingewölbt geplant war. Aber auch dort waren die Vorkehrungen zur Aufnahme der Gewölbeschübe noch unzureichend. Prof. Dr. Rüth schloß aus den Ergebnissen seiner statischen Untersuchungen, daß der Bau der äußeren, hallenartigen Seitenschiffe mit ihren schweren Strebepfeilern wohl nicht nur der neuen Architekturform entsprach, sondern vorwiegend zur Stützung der langsam nachgebenden inneren Konstruktion nötig wurde.

Ähnlich dürfte die Lage auch noch 100 Jahre später am Dom zu Lübeck gewesen sein, als man dort schon 30 Jahre nach der ersten Weihe die ursprünglichen, schmalen und niedrigen Seitenschiffe des romanischen Baukanons durch hohe gotische, hallenartige Konstruktionen mit breiten Strebepfeilern ersetzen mußte, um das Hochschiff besser zu stützen.

## 10. Rundbogige Kreuzgewölbe

Das Thema dieser Arbeit sind aber nicht die großen Sekundärsysteme unter den Gewölben, sondern die Gewölbe selbst. Daher zurück zur Betrachtung dieser bescheideneren Bauteile.

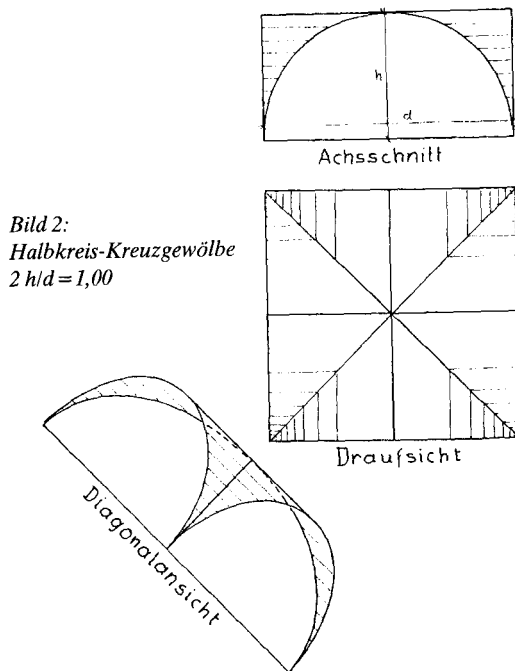


Bild 2:  
Halbkreis-Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,00$

Nach dem Zeitstreifen 3 sind zunächst Kreuzgewölbe entstanden. Aber schon diese frühen Konstruktionen entsprachen meist nicht dem Urbild der sich kreuzenden Kreistonnen nach Bild 2. Solche Urformen sind sogar recht selten und meist auf kleinere Spannweiten beschränkt (Zeitstreifen 4). Das beste Beispiel für diese Form sind die Gewölbe der Klosterkirche Maria Laach. Bei den sich kreuzenden Halbkreistonnen bilden die Verschneidungskanten flache Ellipsen (Bild 2 Diagonalschnitt).

Die Firstlinien sind gerade und horizontal. Auch die Höhenschichtlinien sind gerade, und die Flächen der Kappen sind nur einachsig gekrümmt. Das war für den Bau der Gewölbe günstig, denn man konnte die Flächen leicht mit geraden Hölzern einschalen. Tatsächlich sind an einer ganzen Reihe romanischer Gewölbe die Abdrücke solcher „Schalbretter“ noch sichtbar, zum Beispiel bei den Domen in Lübeck, Bamberg, Regensburg und Köln.

Für die Tragfähigkeit sehr dünner Kappen ist die einachsige Krümmung ungünstig, da zweiachsig gekrümmte Schalen sehr viel knicksteifer sind. Das spielt aber höchstens bei den viel späteren, dünnen Ziegelgewölben eine Rolle.

Nach dem hier wiedergegebenen Bild 8.29 aus dem Buch „Sicherung historischer Bauten“ muß damit gerechnet werden, daß die für die Größe des Schubes maßgebende Höhe nur 60% des Halbkreisradiuses entspricht. Daher sind die Schübe der Halbkreistonnen recht hoch und die vielfachen Versuche, den Kreuztonnen eine größere Höhe zu geben, werden verständlich.

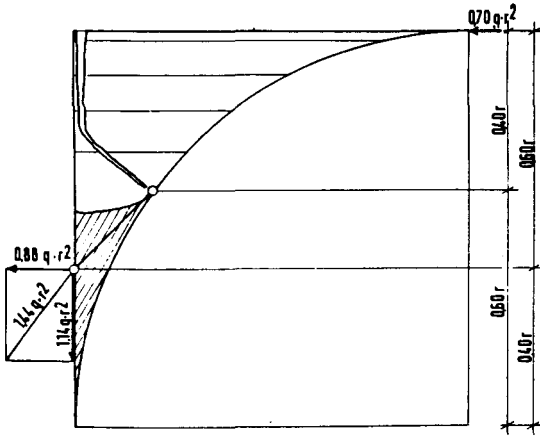
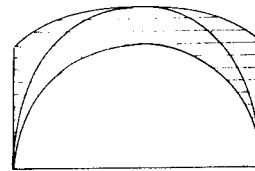


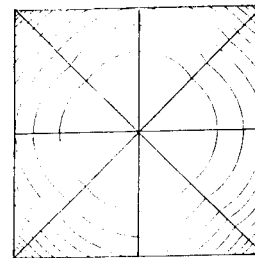
Bild 8.29 aus dem Buch  
 „Sicherung historischer Bauten“  
 Aus den Rissen abgeleitete Gelenklage  
 im Halbkreuzgewölbe mit der  
 zugehörigen Stützlinie und den Stütz-  
 kräften.

Zum Vergrößern der Höhe liegt das Anheben der flachen Ellipse der Verschneidung nahe. Nach Bild 3 ergibt sich damit auch eine Veränderung des Bildes der Oberfläche. Die Firstlinien sind nicht mehr horizontal, sondern krümmen sich nach oben. Die Höhenschichtlinien nähern sich mit wachsender Höhe immer mehr der Kreisform. Bei



Achsansicht

Bild 3:  
 Überhöhtes Kreuzgewölbe  
 $2 h/d = 1,3$



Draufsicht

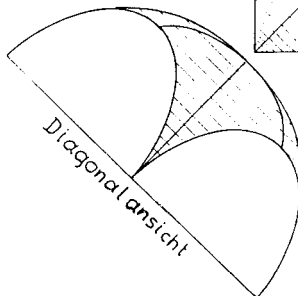


Bild 4 Rundbogige Gewölbeformen

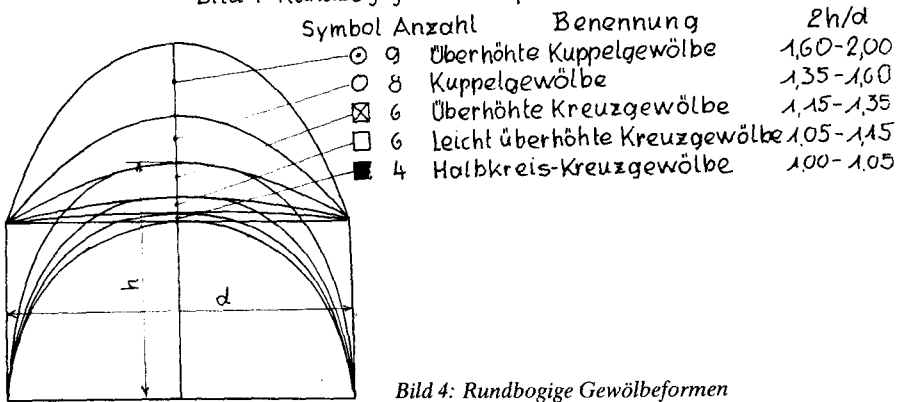


Bild 4: Rundbogige Gewölbeformen

der Bezeichnung der rundbogigen Kreistonnen wurde nach Bild 4 je nach Größe des Verhältnisses der Höhe zur halben Spannweite  $h/\frac{d}{2}$ , das entspricht  $2h/d$ , unterschieden zwischen leicht überhöhten Kreuzgewölben bis hin zu  $2h/d = 1,15$  und überhöhten Kreuzgewölben bis zu  $2h/d = 1,35$ . Die ersten sind am Bau mit dem Auge noch kaum von der strengen Halbreiskreuztonne zu unterscheiden. Mit dem Anwachsen des Höhenverhältnisses auf den Wert 1,41 gewinnt die Konstruktion eine neue Qualität (Bild 5). Die Diagonalschnitte werden zu Halbkreisen, die auf den Kapitellen aufsitzen. Das Ganze bildet nun eine halbkugelförmige Kuppel, die über den Verbindungslinien der Eckpunkte an vier Seiten vertikal abgeschnitten ist. Die Verschneidungskanten der Kreuzgewölbe verschwinden. Die Höhenschichtlinien werden zu Kreisen.

Bei einer Kugelkuppel treten oberhalb eines Zentriwinkels von  $52^\circ$  sowohl in den Breitenkreisen wie in den Meridianen nur Druckkräfte auf. Nach Bild 5 ist der Zentriwinkel für den Kuppelteil oberhalb der Randbegrenzung nur  $45^\circ$ , also können die dort entstehenden Druckkräfte von den massiven Schalen gut aufgenommen werden.

Die Randkräfte der Schalen müssen von den Resten der Halbkreiskuppel in den Ecken, die man in der Baugeschichte auch als Pendentivs bezeichnet, aufgenommen werden. Die Horizontalkomponenten treten an die Stelle des Gewölbeschubes. Sie müssen durch das Gesims und den oberen Wandteil aus den Feldern in die Bereiche der Strebepfeiler geleitet werden.

Da die Pendentivs theoretisch auf den Kapitellen in Punkten auslaufen und daher sehr hoch beansprucht werden würden, sind sie sehr häufig mit untergesetzten Graten verstärkt worden, die im oberen Teil der Kuppel, wo sie nicht mehr gebraucht werden, auslaufen (Schöningen).

Solche Kuppeln wurden aus dem gleichen Grund auch oft mit Rippen in Viertelteilung versehen (Worms), ja sie haben sogar Achtelteilungen erfahren (Minden).

Das Überhöhen der Kreuzgewölbe findet aber mit der Kuppelbildung nicht seinen Abschluß. Die Kuppelgewölbe wurden ihrerseits nach Bild 4 bis zu einem Höhenverhältnis  $2h/d = 2,0$  weiter überhöht. Sie werden ab  $2h/d = 1,60$  als überhöhte Kuppelgewölbe bezeichnet. Das Höhenverhältnis 2,01 wird im Dom zu Minden erreicht.

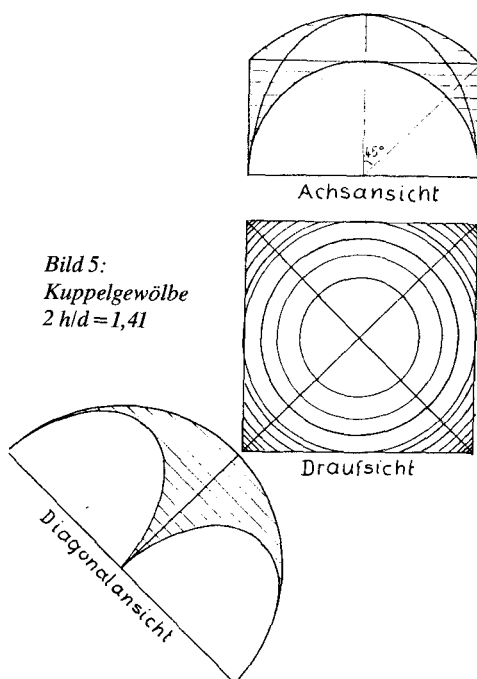


Bild 5:  
Kuppelgewölbe  
 $2 h/d = 1,41$

Bild 4 zeigt auch die Symbole, die in den Zeitstreifen für die einzelnen Gewölbetypen gebraucht werden.

Die genaue Form dieser überhöhten Kuppeln kann aus den Unterlagen nicht ermittelt werden. Es können sowohl die stark gekrümmten Scheitel von Ellipsen sein als auch Parabelbogen. Kreisbogen sind nur im engsten Scheitelbereich möglich.

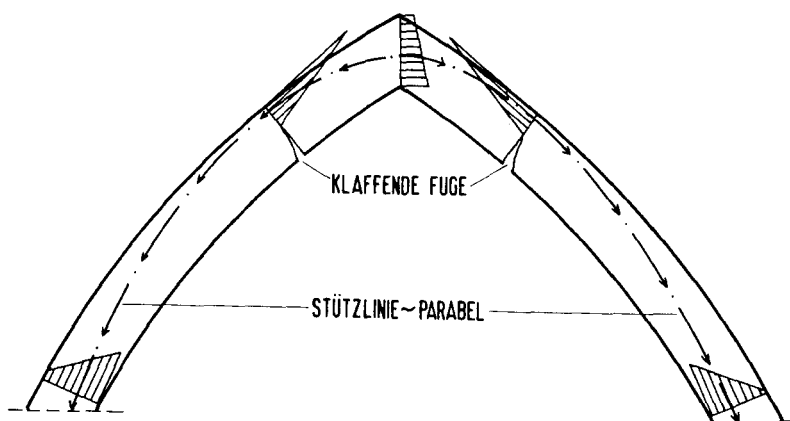
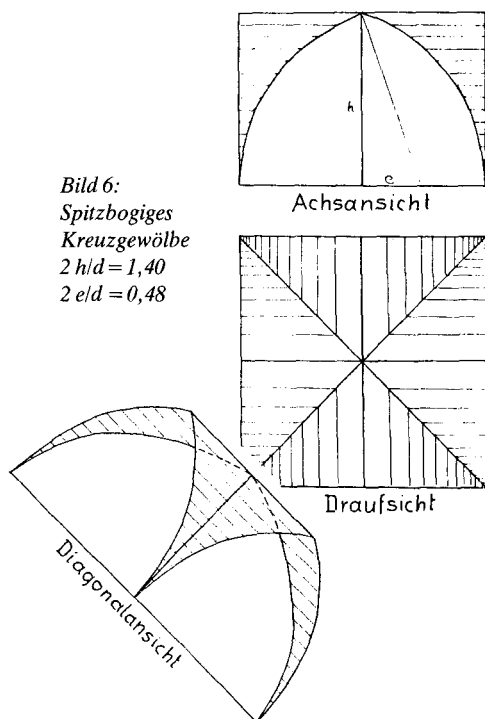
Solche überhöhten Kreuzgewölbe werden in der Baugeschichte auch als Domikalgewölbe bezeichnet. Da dieser Ausdruck aber recht unverständlich ist und keinen Hinweis auf die Form gibt, wurde hier der verständlichere Ausdruck Kuppelgewölbe benutzt.

Der Zeitstreifen 3 zeigt deutlich, wie in der Romanik die flachen Kreuzgewölbe immer mehr durch Kuppelgewölbe abgelöst werden.

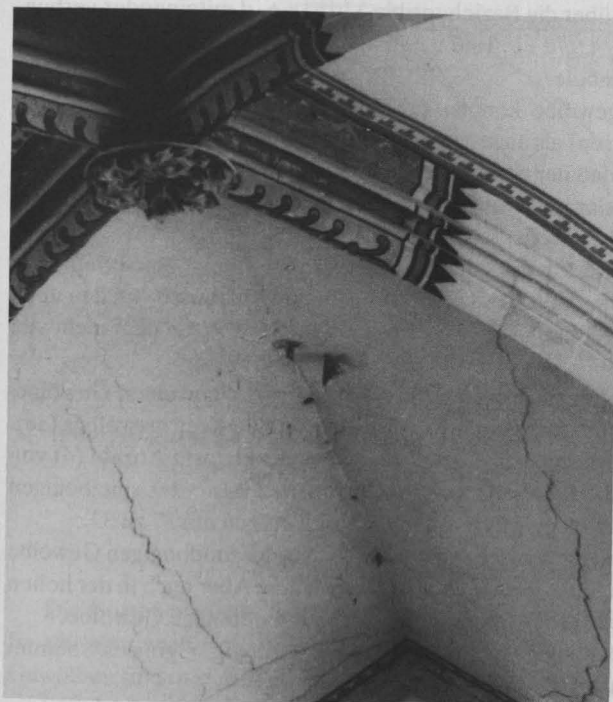
## 11. Spitzbogige Gewölbe

Eine andere Möglichkeit zur Vergrößerung der Höhe der Kreuzgewölbe besteht in der Verwendung des Spitzbogens anstelle des Halbkreisbogens (Bild 6). In der Tat ist man vom Halbkreisbogen schon sehr früh abgewichen. Die ältesten leicht angespitzten Kappen sind in der Klosterkirche in Heiningen erhalten. Die Spitze anstelle des Kreisbogens kann sehr verschieden begründet werden. Der leicht angespitzte Bogen entspricht mehr der Stützlinie als der Kreisbogen und hat außerdem die etwas größere Höhe, also geringeren Bogenschub. Beim gotisch spitzen Bogen wird die wesentlich





*Bild 7:*  
*Stützlinien, Spannungen und Risse im Scheitelbereich der Spitzbogengewölbe in Riddagshausen*



*Bild 8:  
Die Bogenspitze  
in Riddagshausen mit Rissen  
von unten gesehen*

größere Höhe allerdings durch ein stärkeres Abweichen der Stützlinie von der Mittellinie erkaufte. Die Bilder 7 und 8 zeigen am Beispiel der sehr steilen Spitzbogen der Klosterkirche Riddagshausen, daß daraus erhebliche Rißschäden entstehen können. Während beim Kreisbogen die Stützlinie sich im Scheitelbereich der Oberkante der Kappe nähert und dadurch die bekannten Scheitelrisse entstehen, liegen die gefährdeten Stellen beim Spitzbogen deutlich links und rechts vom Scheitel, und es entstehen dort zwei Rißzüge. Aber die Einsicht in diese statische Zusammenhänge hat man ja in der Entstehungszeit der Spitzbogen noch nicht gehabt. Die Anspitzung wird man daher eher auf gestalterische Absichten zurückführen müssen. Selbst eine nur geringe Anspitzung ist durch den Lichteinfall von der Seite her gut sichtbar und ergibt eine zusätzliche Unterteilung des Kappenfeldes. Der angespitzte Bogen ist interessanter als der Kreisbogen.

Unter der Voraussetzung, daß die Form der Spitzbogen aus zwei Kreisbogen entsteht, deren Mittelpunkte auf der Verbindungslinie der Kapitelle um den Betrag „e“ nach außen verschoben sind, kann man aus dem Verhältnis dieser Verschiebung zur Breite des Schiffes nach Bild 9 analog zum Höhenverhältnis  $2 h/d$  den Grad der Anspitzung durch das Exzentrizitätsverhältnis  $2 e/d$  darstellen.

Nach Bild 9 werden die Gewölbe bis zu  $2 e/d = 0,16$  als „leicht angespitzt“ bezeichnet. Danach folgen „angespitzte Gewölbe“ mit  $2 e/d = 0,16$  bis  $0,40$  und „spitzbogige Kreuzgewölbe“ mit  $2 e/d = 0,40$  bis  $0,80$ .

Die Größen  $e$  und  $h$  sind über die Beziehung  $h = \sqrt{d^2/4 + e \cdot d}$  miteinander verbunden. Das entspricht  $2h/d = \sqrt{4 \cdot e/d + 1}$ . Bild 9 enthält auch die für die genannten Gewölbetypen eingeführten Symbole.

Die spitzbogigen Kreuzgewölbe können sowohl mit horizontaler Firstlinie ausgeführt werden (Riddagshausen) als auch kuppelartig überhöht.

Der Zeitstreifen 3 zeigt, daß der geringen Anspitzung in Heiningen schon bald die starken Anspitzungen in Goslar und Ratzeburg folgen. Später bleiben die Anspitzungen während der Romanik aber wieder schwächer.

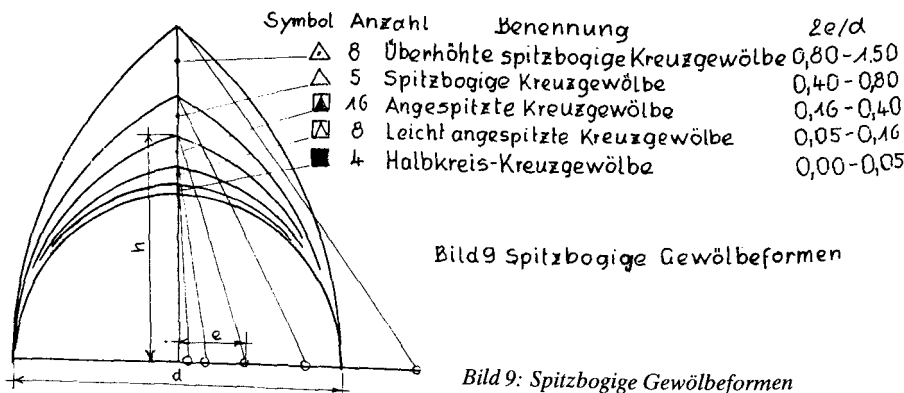
Im Zeitstreifen 3 sind auch für die spitzbogigen Gewölbe die Höhenverhältnisse  $2h/d$  angegeben. Es zeigt sich, daß zwar die größten Höhenverhältnisse von den überhöhten Kuppeln erreicht werden, daß aber die überhöhten Spitzbogen dem nicht viel nachstehen.

Die Bilder 4 und 9 enthalten auch die erfaßten Anzahlen der einzelnen Gewölbetypen. Weitaus am meisten vertreten ist der Typ des angespitzten Kreuzgewölbes (16). Vom Urtyp, dem Halbkreiskreuzgewölbe, ist dagegen nur die kleinste Anzahl (4) vorhanden. Auch wenn man die Halbkreiskreuzgewölbe aus der Liste der spitzbogigen herausläßt, überwiegen die spitzbogigen Formen die rundbogigen mit 37 zu 33.

Schon in der Blütezeit der Romanik beginnt die Ablösung der rundbogigen Gewölbe durch die spitzbogigen, die dann in der Gotik weit überwiegen. Aber auch in der hohen Gotik gibt es nach dem Zeitstreifen 4 immer noch einzelne rundbogige Gewölbe.

Die einfache Regel „rundbogig = romanisch und spitzbogig = gotisch“ stimmt jedenfalls für die Gewölbe nicht.

Bei der Marienkirche in Lübeck und bei anderen stark verformten Bauten werden die heutigen Spitzbogen nicht der ursprünglichen Form entsprechen, da durch das Nachgeben der Auflager der Scheitel sich stark gesenkt hat und dadurch die Anspitzung wesentlich kleiner geworden ist (Bild 9a). Die Verformung ist in Wirklichkeit noch wesentlich stärker als im Bild gezeigt, da nicht wie hier angenommen das theoretische Gelenk am Kapitell, sondern das praktische Gelenk, das viel höher liegt, wirksam geworden ist.



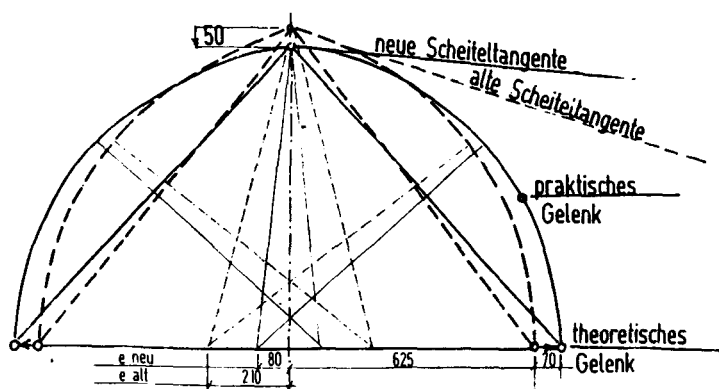


Bild 9a:

*Verformung der Gewölbe der Marienkirche in Lübeck durch Verschiebung der Widerlager um 70 cm nach außen: Senkung des Scheitels um 50 cm  
Verkleinerung der Exzentrizität  $e$  von 210 auf 80 cm.*

## 12. Die Formen der Gurtbogen

Die Gurtbogen unter den Gewölben entsprechen in ihrer Form meist den Gewölben. Es gibt aber auch viele Ausnahmen. Halbkreisförmige Gurtbogen unter angespitzten Gewölben finden sich in Heiningen und Goslar.

Spitzbogige Gurtbogen unter rundbogigen Kuppeln sind häufig. Genannt seien die Dome in Lübeck, Minden und Osnabrück sowie die Kirchen in Meldorf, Otterberg und in Köln St. Severin und Maria Lyskirchen.

## 13. Die Grundrisse

Beim Beginn des Gewölbebaues sind die Grundrisse recht einheitlich. Das Verhältnis des Abstandes der Gurtbogenachsen (1) zur Breite des Schiffes ( $d$ ), die von Wand zu Wand gemessen wird (Bild 10), liegt nach Zeitstreifen 4 etwa bei 0,80. Es handelt sich also um Querrechtecke. In Wiesel ist um 1140 der Grundriß erstmalig richtig quadratisch und entspricht damit streng dem romanischen Baukanon. Das Seitenverhältnis muß dann wegen der Gurtbogenbreite etwas größer sein als 1,00.

Maria Laach und Heiningen gehören um 1160 wieder zur ersten Gruppe, den Querrechtecken, aber alle anderen Bauten der nächsten 100 Jahre halten das Quadrat ein. Um 1240 ist Magdeburg der erste Bau, in dem das Quadrat halbiert ist. Das Seitenverhältnis ist dort 0,53.

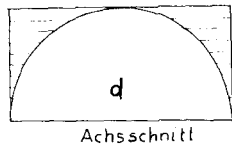
In den darauf folgenden 100 Jahren wechseln die Grundrißformen stark. Es gibt immer noch quadratische Joche, aber die Mehrzahl hält sich an die gotische Regel mit einem Seitenverhältnis um 0,60. Einzelne Bauten wie die Klosterkirche Riddagshausen haben sogar ausgesprochene Längsrechtecke.

Sowohl die Kreuzgewölbe wie die Kuppeln sind zunächst für quadratische oder nur wenig gestreckte Grundrisse entwickelt worden. Die Kreuzgewölbe kann man nach

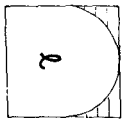
Bild 10 auch recht gut dem schmalen Rechteck anpassen. Die Rundung über der schmalen Seite liegt hoch, die Firstlinien in beiden Richtungen bleiben gerade und horizontal. Die Verschneidungskanten beziehungsweise Kreuzrippen sind leicht geschwungen, was am Bau nur wenig auffällt.

Bei der Kuppel würde die Anpassung an den Rechteckgrundriß nach Bild 11 auch möglich sein. Was aber dabei entstehen könnte, würde nicht sehr attraktiv sein. In der Tat gibt es nach Zeitstreifen 4 keine Kuppel über einem Rechteckgrundriß. Diese Aufgabe ist eindeutig dem Kreuzgewölbe vorbehalten.

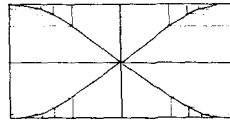
*Bild 10:  
Halbkreis-  
kreuzgewölbe  
auf Rechteck-  
grundriß*



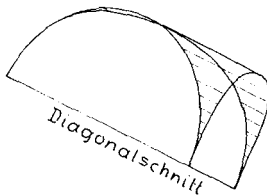
Achsschnitt



$$2h/d = 1,00$$

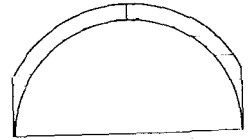


Draufsicht

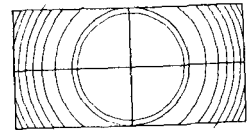
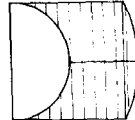


Diagonalschnitt

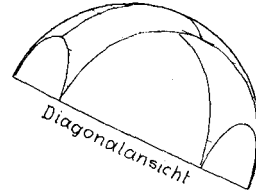
*Bild 11:  
Kuppelgewölbe  
auf Rechteck-  
grundriß*



Achsschnitt



Grundriß



Diagonalansicht

## 14. Die Spannweiten

Die größten Spannweiten haben die Gewölbe im Dom zu Trier mit 16,4 m im Chor und 16,0 m im Schiff. Es folgen in der Reihe der großen Spannweiten Speyer mit 13,8 m und dann die Dome in Mainz und Regensburg mit 13,6 m. Der Chor des Domes in Köln liegt 13,5 m knapp darunter. Dann folgt die Marienkirche in Lübeck mit 12,5 m, die von ihrer um 20 Jahre jüngeren Tochter in Stralsund noch um 10 cm übertroffen wird.

Die Gewölbe mit den größten Spannweiten sind demnach in der Romanik entstanden. In der Gotik werden Spannweiten von 14 m nicht mehr erreicht.

Ein bemerkenswertes Paar bilden die Dome in Braunschweig und Lübeck. Da hat Herzog Heinrich der Löwe in Braunschweig seine eigene Kirche mit einer Spannweite von 9,0 m errichtet. Gleichzeitig aber ließ er an der Peripherie seiner Macht in der für ihn noch keineswegs gesicherten Neugründung Lübeck den Dom mit einer Spannweite von 10,2 m anlegen, was sich über den romanischen Maßkanon auf die Größe des gesamten Bauwerkes auswirkte.

Die Dome in Speyer und Mainz sind mit überhöhten Kreuzgewölben ausgeführt. Die größte Spannweite von 16,4 m im Chor des Domes in Trier hat erstaunlicherweise

nur ein leicht überhöhtes Kreuzgewölbe. Die Gewölbe im jüngeren Teil des Domes mit 16,0 m Spannweite im Schiff sind dagegen viel höhere Kuppeln. Es erscheint wie ein Wunder, daß diese flachen und schweren Gewölbe die Beanspruchungen des zweiten Weltkrieges noch ohne die heute vorhandenen Sicherungskonstruktionen überhaupt überstanden haben.

Neben den großen Spannweiten sind hier auch ganz bewußt kleine Bauwerke erfaßt worden. Man kann annehmen, daß für die großen Kirchenbauten erfahrene bekannte Baumeister verpflichtet wurden, daß also in diesen Bauwerken das Wissen und Können der Besten zum Ausdruck kommt. Die kleinen Bauten dagegen dürften vom kleinen heimischen Meister, zum Teil vom einfachen Maurermeister errichtet worden sein. Sie bezeugen also, wie weit das Beispiel der Großen Allgemeingut geworden war.

Der kleinste erfaßte Bau ist die Nicolai-Kapelle in Soest mit nur 3,5 m Spannweite der Gewölbe in den beiden Schiffen. Es folgt die Nicolai-Kirche in Braunschweig-Melverode mit 4,0 m Spannweite. Die durch ihre im Original erhaltene Ausmalung bekanntgewordene „Alte Kirche“ in Idensen hat im Mittelschiff eine Spannweite von 5,4 m. Alle drei kleinen Kirchen sind mit schlichten Kreuzgewölben ausgestattet und halten sich in bezug auf das Material und die Dicke der Kappen an das Vorbild der großen Dome.

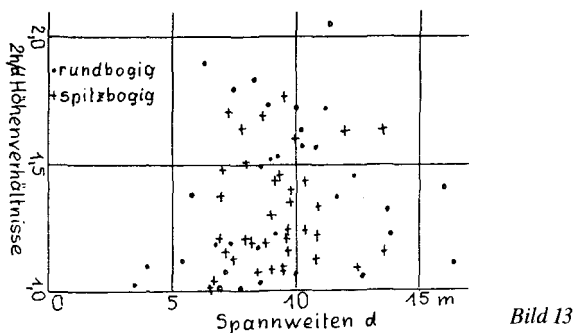


Bild 13

Bild 13 zeigt, daß es insgesamt keinen Zusammenhang zwischen den Spannweiten und den Höhenverhältnissen gibt. Höhenverhältnisse  $2h/d$  größer als 1,7 gibt es nur bei Spannweiten zwischen 7,0 und 12,5 m. Weder bei den großen Spannweiten, bei denen eine große Schlankheit konstruktiv richtig wäre, noch bei den kleinen Spannweiten, bei denen die Schlankheit ästhetisch gut wäre, gibt es größere Werte als  $2h/d = 1.4$ .

## 15. Baustoffe und Kappendicke

Da die Transportmöglichkeiten in der Frühzeit sehr beschränkt waren, entstanden die meisten Gewölbe aus den jeweils am nächsten zur Verfügung stehenden Natursteinen. Die Steine wurden in den sehr dicken Gewölben als Bruchstein mit nur sehr geringer Bearbeitung und großem Fuganteil verbaut. Sauber behauene Steine wurden meist nur in den Rippen verwendet. Nur in dem Buch von Prof. Dr. Rüdth über die

Sicherung des Mainzer Domes sind Andeutungen vorhanden, die auf Quadermauerwerk schließen lassen.

Überall wo Tuffstein zu beschaffen war, hat man ihn zum Mauern der Gewölbe verwendet. Das gilt vor allem für die durch den Rhein als Schifffahrtsweg für Massentransporte mit dem Tuffsteinvorkommen in der Eifel verbundenen Bauten. In Speyer sind bestimmt einzelne Teile aus Tuff, aber die schweren Natursteine der Nachbarschaft scheinen vorzuherrschen. Am Dom in Mainz sind in späterer Zeit vor allem an den Türmen auch Tuffe verarbeitet worden. Über das Material der Gewölbe geben die Unterlagen keine Auskunft. In Köln und der Umgebung wurden die Tuffe unter der Bezeichnung „Römertuff“ an allen Bauwerken verwendet.

An Stellen, an denen statt der vulkanischen Tuffe leichte Kalksedimente vorhanden waren, beispielsweise in Braunschweig und Idensen, wurden diese verwendet.

In Schleswig-Holstein, wo es keine Natursteine gibt und wo auch kein kurzer Weg zu solchen führt, wurden um 1200 in Ratzeburg, Segeberg und Lübeck fast gleichzeitig Gewölbe aus Ziegeln gebaut. Die Bauweise und die Dicke dieser Gewölbe unterscheidet sich lange Zeit nicht von den Natursteingewölben an anderen Stellen. Die Dicke der auf vollen Schalungen aufgemauerten Gewölbe pendelt in dieser Zeit um 50 cm. Die schlanksten Kappen der Romanik waren immer noch 30 cm dick. Die größte Dicke wurde in Minden mit 90 cm festgestellt. Erstaunlicherweise hat man nach dem zweiten Weltkrieg diese dicken Kappen noch mit 12 cm Beton zu verstärken versucht.

Ein Zusammenhang zwischen der Dicke und der Spannweite besteht weder in der Romanik noch in dem betrachteten Zeitraum der Gotik. Selbst bei den Gewölben mit den kleinsten Spannweiten in Soest, Braunschweig und Idensen sind die Gewölbe 37 bis 55 cm dick. Die größten hier erfaßten Gewölbe im Dom zu Trier haben 16,4 m Spannweite und sind 55 cm dick, genauso dick wie die gleichzeitig um 1200 errichteten Gewölbe in der Nicolai-Kapelle in Soest mit 3,5 m Spannweite. Es scheint also eine Regel gegeben zu haben, nach der jedes Gewölbe eine solche Dicke haben sollte.

Um 1260 wagte erstmalig ein Baumeister beim Dombau auf dem Burgberg in Meißen, diese Regel zu durchbrechen. Er baute seine Gewölbe in Ziegeln nur noch 17 cm dick, also halb so dick wie in den schlanksten Vorbildern. Der Versuch gelang. Ob er aber Anstoß gegeben hat zu der weiteren Entwicklung, die mit dem Chor der Marienkirche in Lübeck einsetzte, ist nicht bekannt.

Die Lübecker hatten besonders triftige Gründe, die Lasten und den Gewölbeschub zu verringern. Sie bauten ihre Kirche auf den Fundamenten und zum Teil auf den Pfeilern einer Vorgängerkirche, sie planten aber entsprechend der Zeitströmung einen sehr viel höheren Bau.

Die Lübecker hatten aber auch besonders gute Voraussetzungen für eine neue Entwicklung. Man kann zwar noch nicht von einer Ziegelindustrie sprechen, aber es gab den geeigneten Ton, und es gab Holz genug zum Brennen. Es gab auch die Ziegelmeister, die es verstanden, im Feldbrand den Stein, dessen Abmessungen in heutigen Maßen 8,5/14/28 cm sind, mit ausreichender Güte und Maßhaltigkeit herzustellen.

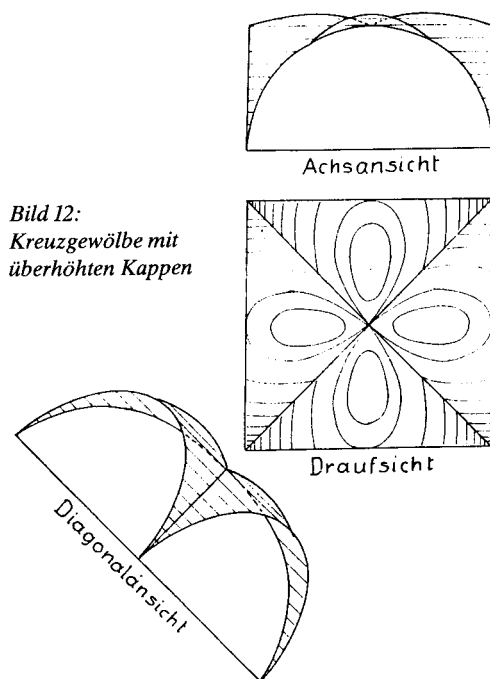
Man hatte dazu Maurer, die den Umgang mit den Ziegeln gewohnt waren, und man hatte, was für die Neuentwicklung besonders wichtig war, in dem als „Segeberger Kalk“

bekannten Mörtel ein Material, das fast ausschließlich aus hoch gebranntem Gips bestand und im Gegensatz zum Kalkmörtel sehr schnell abband.

Die Lübecker hatten auch schlimme Erfahrungen mit den dicken Gewölben ihres 30 Jahre zuvor geweihten Domes, der von diesen Gewölben langsam auseinander-gesprengt wurde, so daß man schon an seinen Umbau denken mußte.

Es war ein Wagnis, als der Baumeister daran ging, seine Gewölbe nur noch 14 cm dick zu machen, so dick, wie es die schmale Seite seines Steines hergab. Es war aber ein noch größeres Wagnis, die Gewölbe nun nicht mehr auf einer Schalung herzustellen, sondern nur noch die Gurte und Rippen auf den 40 m hohen Gerüsten herstellen zu lassen und die Kappen dann freihändig dazwischenzuwölben. Er mußte sogar eine neue Gewölbeform entwickeln, denn die zwischen die vorgefertigten Rippen hineinge-fertigten Kappen mußten, wie die Bilder 12 und 14 zeigen, deren Höhe noch übersteigen.

Hat der Verantwortliche das alles auf einer Wanderung irgendwo im Westen gesehen, oder war es seine eigene Erfindung? Wie hat er den Maurern diese neue Arbeitsweise beigebracht? Hat er Probegewölbe auf dem Boden gebaut, mit denen er die Maurer trainieren und die Bauherren überzeugen konnte, oder hat er sich gleich in die schwin-delnde Höhe von 40 m gewagt? Seine Arbeit ist ihm um 1280 im Chor der Kirche gelungen, und sie ist 50 Jahre später von seinem Nachfolger in der gleichen Weise über dem ganzen langen Kirchenschiff fortgesetzt worden.



*Bild 12:  
Kreuzgewölbe mit  
überhöhten Kappen*





Bild 14:

*Das freihändige Mauern 1/2-Stein-dicker Kappen zwischen Rippen und Gurten  
in der Marienkirche in Lübeck*

670 Jahre nach ihm mußte der Kirchenbaumeister Dr. Fendrich mit seiner Mannschaft diese Technik nachempfinden und erneut anwenden, um die Zerstörungen des zweiten Weltkrieges wieder gutzumachen (Bild 14). Es war kein Wunder, daß die Kunde von dieser neuen sparsamen Bauart sich um 1300 schnell herumsprach. Sie wurde nicht nur bei allen späteren Bauten in Lübeck selbst, in den Nachbarstädten und in den Tochterstädten an der Ostsee, sondern auch in Lüneburg, Münster und Nürnberg übernommen. In Nürnberg sind die Kappen aufgrund eines kleineren Ziegelformates sogar nur 12 cm dick.

Dort wo es den schnell bindenden Mörtel der Lübecker nicht gab, hat man wahrscheinlich mit Hilfe eines an einer umgeleiteten Schnur hängenden Gewichtes (Bild 15) einen Druck auf den frisch verlegten Stein ausgeübt und ihn dadurch in seiner Lage festgehalten.

Die Verwendung des Ziegels als Baumaterial für Gewölbe hat sich sogar bei den in Haustein errichteten Kirchenbauten durchgesetzt. Die Ziegelgewölbe von Freiburg, Regensburg und Ulm sind aber wieder etwas dicker. Sie wurden wahrscheinlich, weil es dort keinen Normalziegel gab, mit eigens für diese Bauten gebrannten plattenförmigen Ziegeln mit größeren Abmessungen hergestellt.

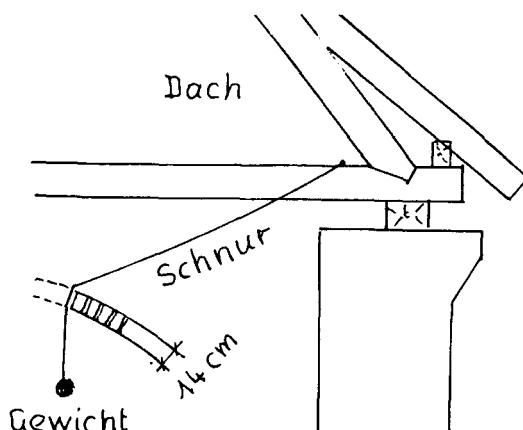


Bild 15:  
Arbeitshilfe beim Gewölbebau

Wo aber Gewölbe auch weiterhin in Bruchstein oder Tuff ausgeführt wurden, da galten die alten Regeln. So ist gleichzeitig mit dem Chor von St. Marien in Lübeck um 1280 der Chor des Kölner Domes mit 45 cm dicken Kappen in Tuff ausgeführt worden. Dort sind auch, wie an anderen Stellen die Abdrücke der Schalbretter noch erkennbar. Auch in Braunschweig, Wetzlar und Magdeburg blieb man bei dem alten Brauch.

## 16. Grundflächen und Gewichte

Die Größe eines Gewölbes wird besser durch die überspannte Fläche als durch die Spannweite gekennzeichnet. Da in der Romanik die größten Spannweiten erreicht wurden und diese über quadratischen Jochen liegen, während in der Gotik bei kleineren Spannweiten meist schmale Rechtecke überspannt werden, sind die Flächenunterschiede beträchtlich (Zeitstreifen 1).

In der Romanik überspannt das größte Gewölbe in Trier 280 m<sup>2</sup>. Die Grundflächen von drei weiteren Gewölben sind größer als 150 m<sup>2</sup>, und acht weitere Gewölbe sind größer als 100 m<sup>2</sup>.

In der Gotik dagegen sind nur vier Gewölbe mit mehr als 100 m<sup>2</sup> Grundfläche gebaut worden.

In das auf die Grundfläche bezogene Gewicht „g“ eines Gewölbes geht seine Oberfläche ein. Sie wird durch den Faktor „c“ = Oberfläche/Grundfläche aus der Grundfläche ermittelt. Weiter gehen ein die Kappendicke „t“ und das nicht sehr unterschiedliche Raumgewicht „γ“ der Gewölbebaustoffe. Es ist  $g = c \cdot t \cdot \gamma$  in kN/m<sup>2</sup>.

Ein Vergleich ergibt folgende Werte für die auf die Grundfläche bezogenen maximalen, mittleren und minimalen Gewichte der Gewölbe.

	„c“	t [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$g$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
Überhöhte Kuppeln	1,9	0,90	Schwerer Sandstein	27	46
Kuppelgewölbe	1,5	0,50	Leichter Kalkstein	24	18
Halbkreiskreuzgewölbe	1,2	0,14	Handstrichziegel	17	3

Die dünnwandigen gotischen Ziegelgewölbe haben also nur  $\frac{1}{6}$  des Gewichtes der normalen romanischen Gewölbe und nur  $\frac{1}{15}$  des in Minden vorhandenen maximalen Gewichtes. Das war ein großer Fortschritt der Technik, und es war die Voraussetzung für die Möglichkeit, die Bauwerke so schlank und grazil zu gestalten, wie das in der Gotik dann üblich wurde.

## 17. Grate und Rippen

Die Schnittkanten der sich kreuzenden Tonnen sind ursprünglich einfache Grate, daher der Name „Kreuzgratgewölbe“. Die Grate gelten als typisches Merkmal der Romanik. Tatsächlich aber werden nach dem Zeitstreifen 6 schon sehr bald die Grate durch Rippen verstärkt. Diese Rippen sind in der Romanik sogar besonders stark. Man spricht dort von Band-, Kasten- oder Wulst-Rippen.

Die Rippen sind normalerweise mit den Kappen im Verband gemauert und wirken statisch mit diesen zusammen. Es gibt aber auch Rippen, die nachträglich ohne jeden Verband unter die Grate gesetzt wurden. Bei den Zerstörungen im zweiten Weltkrieg konnte es daher geschehen, daß die Rippen herabfielen, ohne daß die Tragwirkung des Gewölbes dadurch verlöre. Solche Rippen wurden dann auch wieder ohne Verband, aber durch Nadeln gegen Herabfallen gesichert, rekonstruiert.

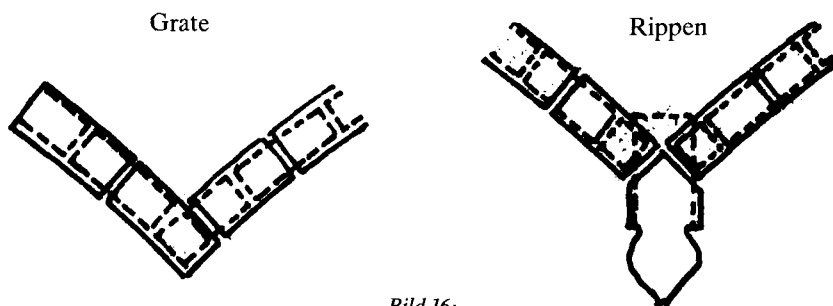


Bild 16:  
Verschneidungskanten 14 cm dicker Ziegelkappen

## 18. Schlußbetrachtung

Der Zweck dieser Arbeit ist erfüllt, wenn sie Ingenieurkollegen bei ihrer Tätigkeit an historischen Bauten hilft, die vielen Formen der Gewölbe besser zu verstehen und zu beurteilen.

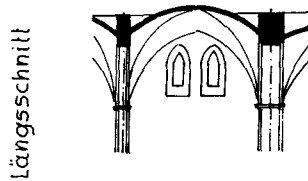
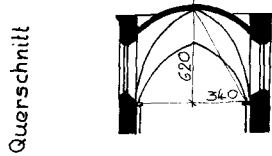
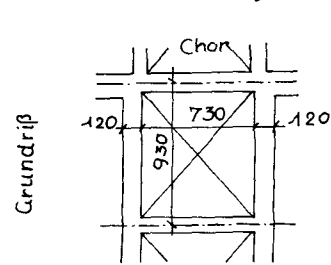
Ziel der Arbeit ist es auch, Architekten, Denkmalpflegern und Baugeschichtlern die Denkweise des Bauingenieurs und seine Einstellung zum historischen Bauwerk verständlich zu machen.

Der Historiker kann trotz seiner zu erwartenden Kritik gegenüber der Unvollständigkeit der Unterlagen und gegenüber historisch nicht voll belegbaren Annahmen für die Datierungen die Folgen der nachgewiesenen Entwicklungen für die Gestaltung der Bauwerke entnehmen.

Die Arbeit möchte auch jüngere Kollegen ermutigen, die in den Unterlagen enthaltenen Lücken durch weitere Nachforschungen auf diesem Gebiet zu schließen und den Verbindungen der Ergebnisse zur früheren DDR und vor allem zum übrigen Europa nachzuspüren.

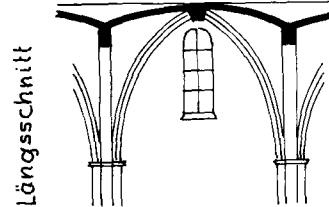
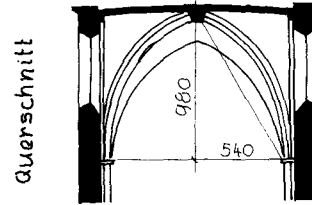
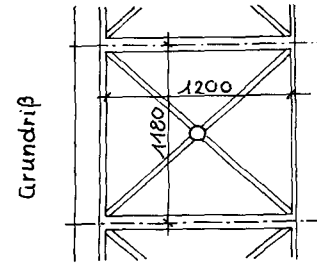
70 Zeichnungen  
im Original erhaltener oder dem Original nachgebauter Gewölbe  
nach Standorten alphabetisch geordnet  
nach Bestandszeichnungen 1:100  
gezeichnet im Maßstab 1:200  
aus drucktechnischen Gründen verkleinert auf 1:500

0 5 10 Langhaus Kirche Altenkrempe

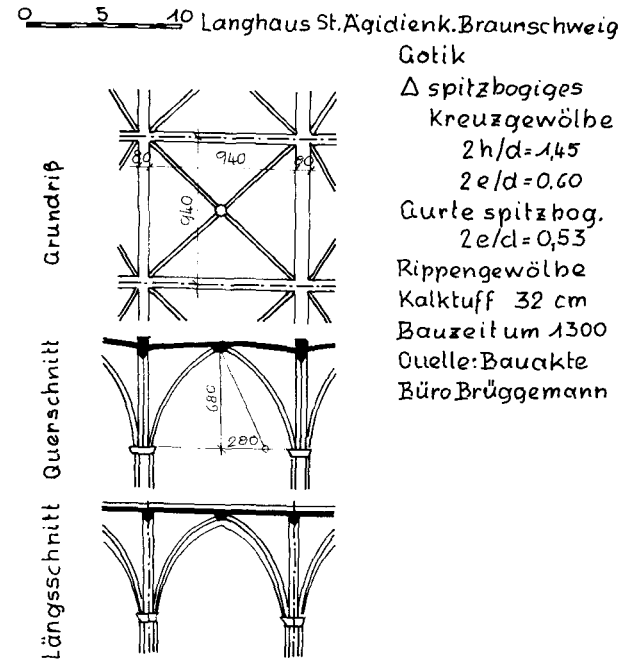
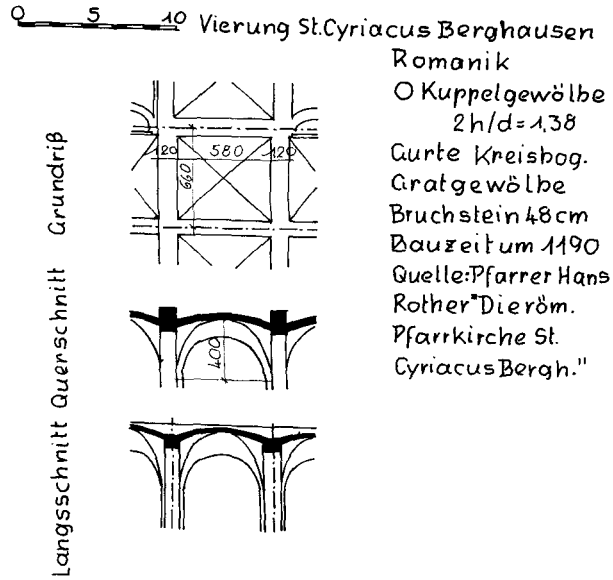


Romanik  
 $\Delta$  überhöht. spitzb.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,70$   
 $2e/d = 0,93$   
 Gurte spitzbog.  
 $2e/d = 0,18$   
 Gratgewölbe  
 Ziegel 29 cm  
 Bauzeit um 1220  
 Quelle: Landesamt  
 für Denkmalfpflege  
 Kiel

0 5 10 Langhaus Dom in Bamberg

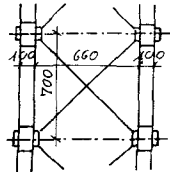


Romanik  
 $\Delta$  überhöht. spitzb.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,63$   
 $2e/d = 0,90$   
 Gurte spitzbog.  
 $2e/d = 0,55$   
 Rippengewölbe  
 Tuff 30 cm  
 Bauzeit um 1230  
 Quelle: Dr. Winterfeld  
 "Der Dom in Bamberg"

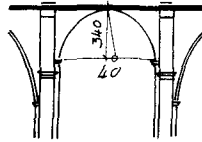


0 5 10 Langhaus Andreas-K. Braunsch.

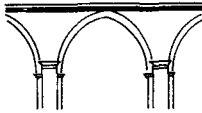
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Romanik

□ leicht angesp.

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,03$$

$$2e/d = 0,12$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,15$$

Gratgewölbe

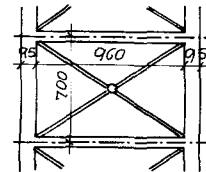
Kalkstein 35 cm

Bauzeit um 1250

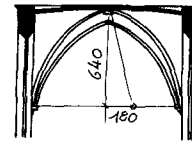
Quelle: Stadt-  
Kirchenbauamt

0 5 10 Chor Brüdernkirche Braunschweig

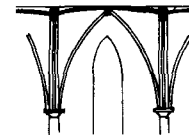
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Gotik

▲ angespitztes

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,34$$

$$2e/d = 0,37$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,22$$

Rippengewölbe

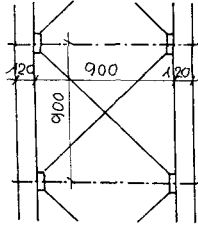
Kalkstein 30 cm

Bauzeit um 1355

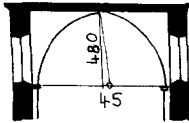
Quelle: Stadt-  
Kirchenbauamt

0 5 10 Langhaus Dom zu Braunschweig

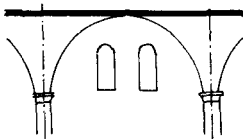
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt

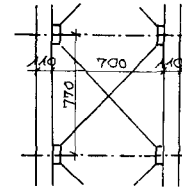


Romanik  
 leicht angespitzt.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,07$   
 $2e/d = 0,10$   
 Gurte Halbkreis

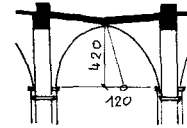
Gratgewölbe  
 Kalkstein 50 cm  
 Bauzeit um 1185  
 Quelle: Dr. R. Dorn  
 "Mittelalt. Kirchen  
 Braunschweigs"

0 5 10 Mittelschiff Katharinenk. Braunschw.

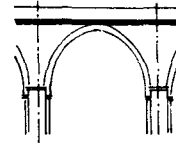
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



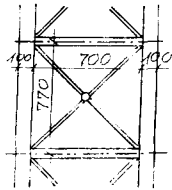
Romanik  
 leicht angespitzt.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,20$   
 $2e/d = 0,34$

Gurte spitzbog  
 $2e/d = 0,20$   
 Gratgewölbe  
 Kalkstein 38 cm  
 Bauzeit um 1230  
 Quelle: Pieper  
 Sicherungsakte

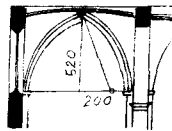


0 5 10 Seitenschiff Katharinenk. Braunsch.

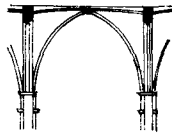
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Gotik

△ spitzbogiges

Kreuzgewölbe

 $2h/d = 1,49$  $2e/d = 0,57$ 

Gurte spitzbog.

 $2e/d = 0,56$ 

Rippengewölbe

Kalkstein 25 cm

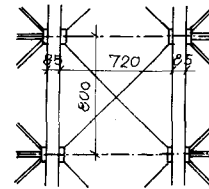
Bauzeit um 1280

Quelle: Pieper

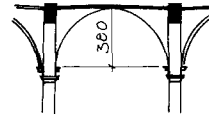
Sicherungsakte

0 5 10 Mittelschiff Martinik. Braunschweig

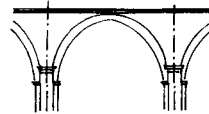
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Romanik

□ leicht überhöhtes

Kreuzgewölbe

 $2h/d = 1,06$ 

Gurte spitzbog.

 $2e/d = 0,40$ 

Gratgewölbe

Kalkstein 34 cm

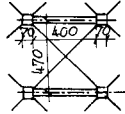
Bauzeit um 1200

Quelle: Stadt-

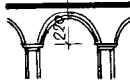
Kirchenbauamt

0 5 10 Mittelschiff Nicolaik. Braunschweig

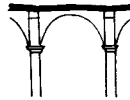
Grundriß



Querschnitt



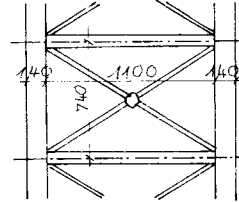
Längsschnitt



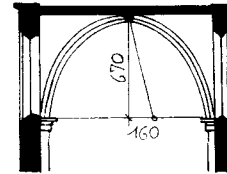
Romanik  
 □ leicht überhöhtes  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,10$   
 Gurte Halbkreis  
 Gratgewölbe  
 Kalkstein 40 cm  
 Bauzeit um 1200  
 Quelle: Staatshoch-  
 bauamt  
 Braunschweig

0 5 10 Langhaus Abteikirche Ebrach

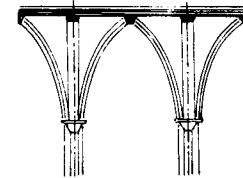
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Romanik  
 ▲ angespitztes  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,22$   
 $2e/d = 0,29$   
 Gurte spitzbogig  
 $2e/d = 0,33$   
 Rippengewölbe  
 Bruchstein 50 cm  
 Bauzeit um 1260  
 Quelle: Dehio/Bezold  
 landbauamt  
 Bamberg

0 5 10 Langhaus des Münsters in Freiburg

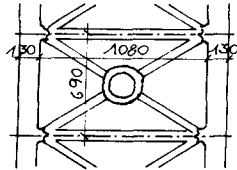
Gotik

▲ angespitztes  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,11$   
 $2e/d = 0,19$

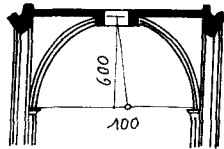
Gurte spitzbogig  
 $2e/d = 0,20$

Rippengewölbe  
Ziegel 35 cm  
Bauzeit um 1300  
Quelle: Prof. Dr. Wenzel  
Sicherungsakte

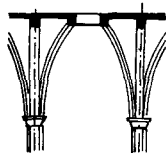
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Vorhalle des abgerissenen Domes Goslar

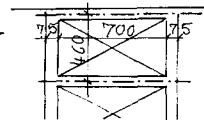
Romanik

■ Halbkreis-  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,00$

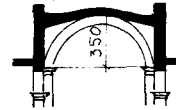
Gurte Halbkreise  
Gratgewölbe

Bruchstein 50 cm  
Bauzeit um 1170  
Quelle: Dr. Carl Wolf  
"Kunstdenkmäler der  
Provinz Hannover"

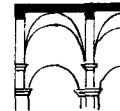
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus Marktkirche Goslar

Romanik

▲ angespitztes  
Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,12$$

$$2e/d = 0,16$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,20$$

Gratgewölbe

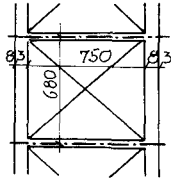
Sandstein 35 cm

Bauzeit um 1240

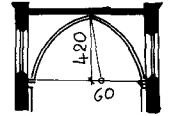
Quelle: Pieper

Sicherungsakte

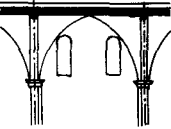
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus Neuwerk-Kirche Goslar

Romanik

▲ angespitztes  
Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,44$$

$$2e/d = 0,68$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,70$$

Rippengewölbe

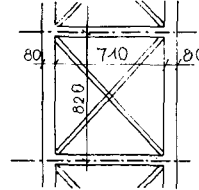
Sandstein

Bauzeit um 1185

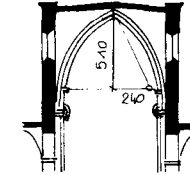
Quelle: Dr. Paul Wolff

"Kunstdenkmäler  
der Provinz Hannover

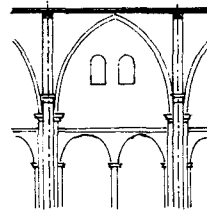
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt

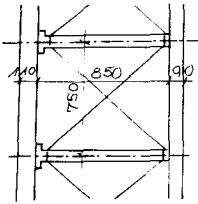


0 5 10 Langhaus Klosterkirche Heiningen

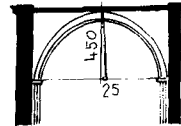
Romanik  
☒ leicht angespit.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1.06$   
 $2e/d = 0.06$

Gurte Halbkreis  
 Gratgewölbe  
 Kalkstein  
 Bauzeit um 1170  
 Quelle: Kloster-  
 Kammer Hannover

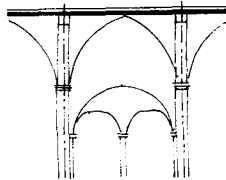
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt

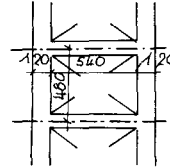


0 5 10 Mittelfeld Alte Kirche Idensen

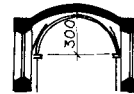
Romanik  
☐ leicht überhöht.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1.11$

Gurte Halbkreis  
 Gratgewölbe  
 Kalkluff 37 cm  
 Bauzeit um 1130  
 Quelle: Landesamt  
 für Denkmalpflege  
 Hannover

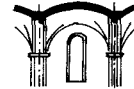
Grundriß



Querschnitt

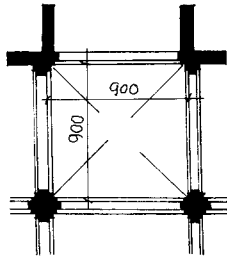


Längsschnitt

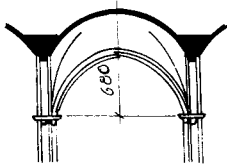


0 5 10 Vierung Klosterkirche Knechtsteden

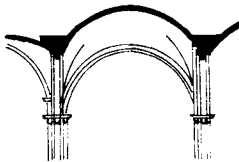
Grundriß



Querschnitt



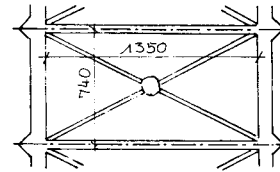
Längsschnitt



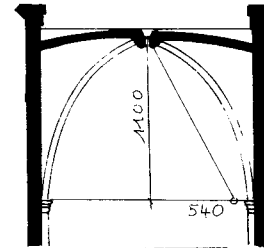
Romanik  
 ○ Kuppelgewölbe  
 $2h/d = 1,51$   
 Gurte Halbkreis  
 Gratgewölbe  
 Tuff 33 cm  
 Bauzeit um 1150  
 Quelle: Dipl.-Ing.  
 Schwab Bauing  
 Köln

0 5 10 Chor de Domes zu Köln

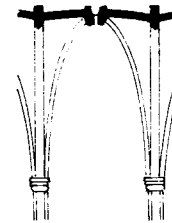
Grundriß



Querschnitt



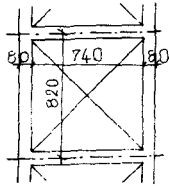
Längsschnitt



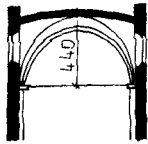
Gotik  
 △ überhöht. spitzbog.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,63$   
 $2e/d = 0,80$   
 Gurte spitzbog.  
 $2e/d = 0,85$   
 Rippengewölbe  
 Bruchst. 45 cm  
 Bauzeit um 1280  
 Quelle: Prof. Dr. Wolff  
 Dombauamt, Köln

0 5 10 Langhaus Kirche St. Georg Köln

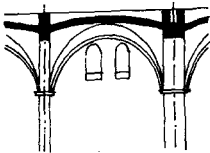
Grundriß



Querschnitt



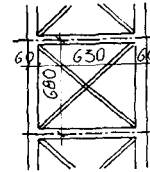
Längsschnitt



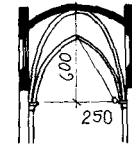
Romanik  
 ☒ überhöhtes  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,19$   
 Gurte Halbkreis  
 Gratgewölbe  
 Tuff 35 cm  
 Bauzeit um 1150  
 Quelle: Dipl.-Ing.  
 Schwab, Bauing.  
 Köln

0 5 10 Langhaus St. Maria Lyskirchen Köln

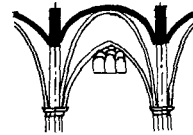
Grundriß



Querschnitt



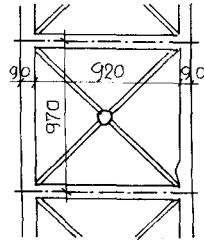
Längsschnitt



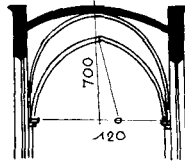
Romanik  
 ○ überhöhtes  
 Kuppelgewölbe  
 $2h/d = 1,90$   
 Gurte spitzbog.  
 $2e/d = 0,79$   
 Rippengewölbe  
 Tuff 30 cm  
 Bauzeit um 1220  
 Quelle: Dipl.-Ing.  
 Schwab, Bauing.  
 Köln

0 5 10 Chor Kirche St. Severin Köln

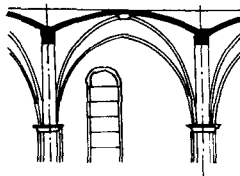
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Romanik

○ Kuppelgewölbe

$$2h/d = 1.52$$

Gurte angespitzt

$$2e/d = 0.26$$

Rippengewölbe

Tuff 40 cm

Bauzeit um 1235

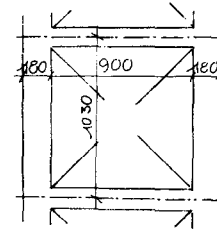
Quelle: Dipl.-Ing.

Schwab, Bauing.

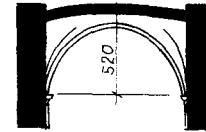
Köln

0 5 10 Chor Stiftskirche Königs-Lutter

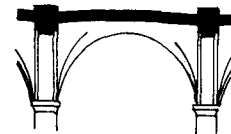
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Romanik

☒ überhöhtes

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1.16$$

Gurte Halbkreis

Gratgewölbe

Kalkstein 60 cm

Bauzeit um 1180

Quelle: Pieper

Sicherungsakke



0 5 10 Langhaus Dom zu Limburg

Romanik

△ überhöht.spitzb.

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,64$$

$$2e/d = 0,85$$

Gurte spitzbog.

$$2e/d = 0,47$$

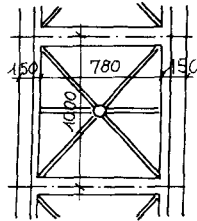
Rippengewölbe

Kalk-und Tuff 30cm

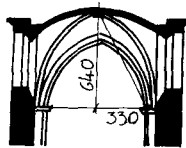
Bauzeit um 1235

Quelle: Staatsbau-  
amt Wetzlar + Dehio

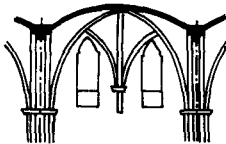
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus Große Marienk. Lippstadt

Romanik

○ überhöht. angesp.

Kuppelgewölbe

$$2h/d = 1,84$$

Gurte spitzbog.

$$2e/d = 0,18$$

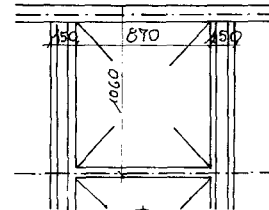
Gratgewölbe

Bruchstein 30cm

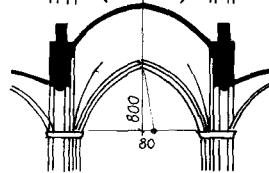
Bauzeit um 1235

Quelle: A. Boedeker  
Zeitschr. Westfal.

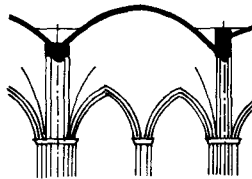
Grundriß



Querschnitt

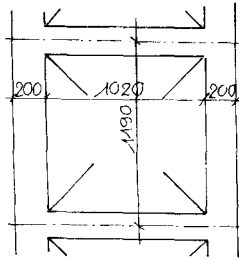


Längsschnitt

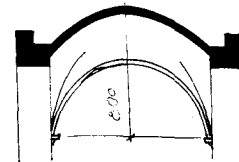


0 5 10 Querschiff

Grundriß



Querschnitt



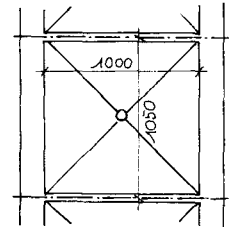
Längsschnitt



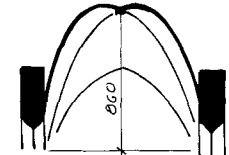
Dom zu Lübeck  
Romanik  
○ Kuppelgewölbe  
 $2h/d = 1,57$   
Gurte Halbkreis  
Gratgewölbe  
Ziegel 42 cm  
Bauzeit um 1200  
Quelle Pieper  
Sicherungsakte

0 5 10 Langchor

Grundriß



Querschnitt



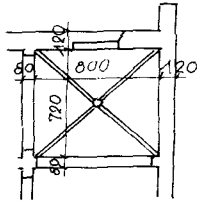
Längsschnitt



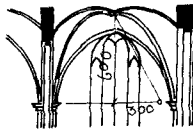
Dom zu Lübeck  
Gothik  
○ Überhöhtes  
Kuppelgewölbe  
 $2h/d = 1,72$   
Überhöhtekappen  
Gurte spitzbogig  
 $2e/d = 0,50$   
Rippengewölbe  
Ziegel 14 cm  
Bauzeit um 1340  
Quelle: "Die Bau-  
und Kunstdenkmale  
von Lübeck"

0 5 10 Seitenschiff Heilig-Geist-Hospital Lüneburg

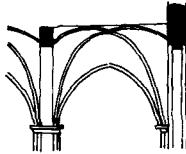
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Gotik  
 $\Delta$  Überhöht. spitzbog.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,50$   
 $2e/d = 0,75$   
 Gurte spitzbog.  
 $2e/d = 0,20$   
 Rippengewölbe  
 Ziegel 14 cm  
 Bauzeit um 1290  
 Quelle: "Die Bau-  
 und Kunst Denkmale  
 von Lüneburg"

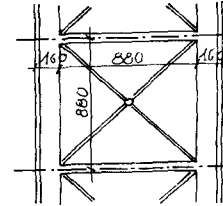
0 5 10 Langhaus Jakobikirche Lüneburg

Gotik

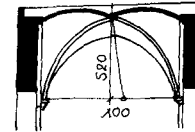
▣ angespitztes  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,18$   
 $2e/d = 0,23$

Gurte spitzbog.  
 Rippengewölbe  
 Ziegel 14 cm  
 Bauzeit um 1300  
 Quelle: "Die Bau-  
 und Kunst Denkmale  
 von Lüneburg"

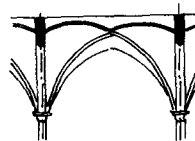
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus Katharinenkirche Lübeck

Gothik

☒ leicht angespitzt.

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,09$$

$$2e/d = 0,11$$

Gurte Halbkreis

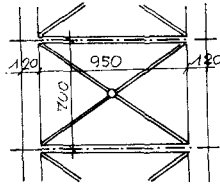
Rippengewölbe

Ziegel 14 cm

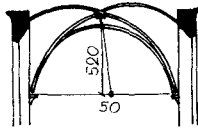
Bauzeit um 1350

Quelle: Die Bau-  
und Kunstdenkmale  
von Lübeck

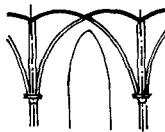
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Chor und Langhaus St. Marienk. Lübeck

Gothik

☒ leicht angespitzt.

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,09$$

$$2e/d = 0,13$$

Gurte spitzbog.

$$2e/d = 0,10$$

Rippengewölbe

Ziegel 14 cm

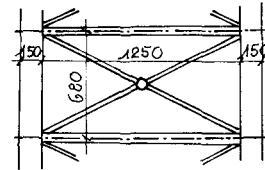
Bauzeit

des Chores um 1280

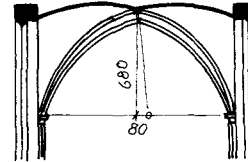
des Schiffes um 1325

Quelle: Pieper  
Sicherungsakte

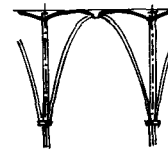
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus Petrikirche Lübeck

Gotik

☒ leicht angespitzt.

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,01$$

$$2e/d = 0,09$$

Gurte spitzbogig

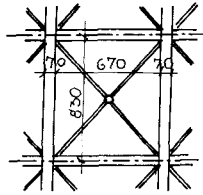
Rippengewölbe

Ziegel 14 cm

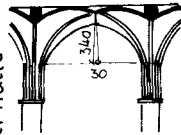
Bauzeit um 1290

Quelle: "Die Bau- und Kunstdenkmale von Lübeck"

Grundriß



Querschnitt  
Längsschnitt  
der Halle



0 5 10 Langhaus St. Johannisk. Lüneburg

Gotik

△ überhöht. spitzb.

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,60$$

$$2e/d = 0,80$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,38$$

Rippengewölbe

Ziegel 19 cm

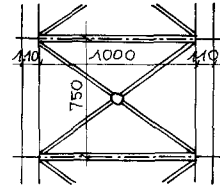
Bauzeit um 1310

Quelle: Dipl.-Ing.

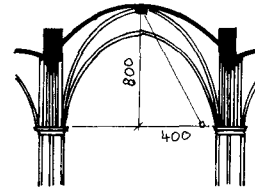
Brüggemann

Sicherungsakte

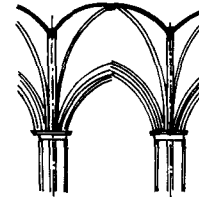
Grundriß



Querschnitt

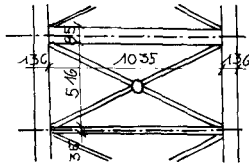


Längsschnitt

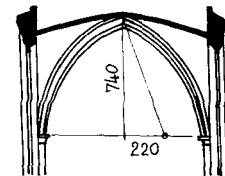


0 5 10 Langhaus Dom zu Magdeburg  
Gothik

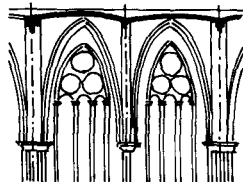
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt

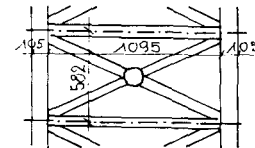


angespitztes  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,43$   
 $2e/d = 0,43$   
Gurte spitzbogig  
 $2e/d = 0,39$   
Rippengewölbe  
Sandstein 30 cm  
Bauzeit um 1350  
Quelle: M. Sussman  
Kirchenbaurat

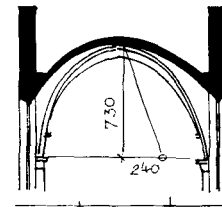
0 5 10 Chor Dom zu Magdeburg

Gothik

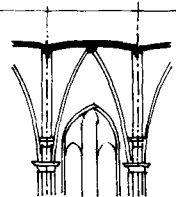
Grundriß



Querschnitt

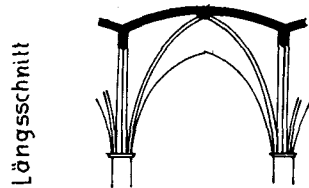
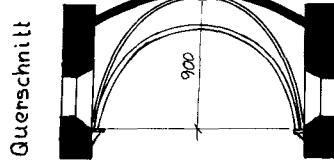
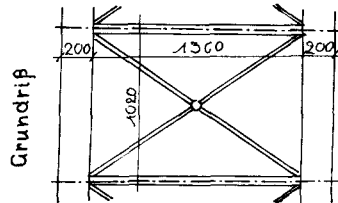


Längsschnitt



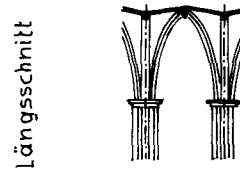
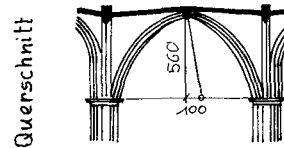
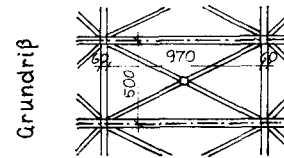
angespitztes  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,35$   
 $2e/d = 0,44$   
Gurte spitzbogig  
Rippengewölbe  
Bauzeit um 1240  
Quelle: M. Sussmann  
Kirchenbaurat  
Sandstein 55 cm

0 5 10 Hochschiff



Dom zu Mainz  
Romanik  
☒ überhöhtes  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,32$   
Gurte Halbkreis  
Rippengewölbe  
Bruchstein 50cm  
Bauzeit um 1120  
Quelle: Prof. Dr. Rüdiger  
"Sicherungsarbeiten  
am Mainzer Dom"

0 5 10 Mittelschiff St. Elisabethkirche, Marburg



Gotik  
▲ angespitztes  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,15$   
 $2e/d = 0,21$   
Gurte spitzbogig  
Rippengewölbe  
Bruchstein 35 cm  
Bauzeit um 1270  
Quelle: Dehio/Bezold  
Chr. Fleischhaker

0 5 10 Abteikirche Langhaus Maria-Laach

Romanik

■ Kreuzgewölbe

Gurte Halbkreis

Gratgewölbe

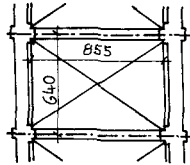
Tuff 50 cm

Bauzeit um 1150

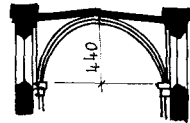
Quelle Kloster-  
Verwaltung

$$2h/d = 1,03$$

Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus Dom St. Donati Meißen

Gothik

▲ angespitztes

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,21$$

$$2e/d = 0,34$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,16$$

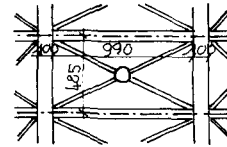
Rippengewölbe

Ziegel 17 cm

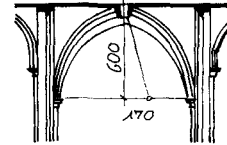
Bauzeit um 1265

Quelle: Bisch. Bauamt  
Dresden

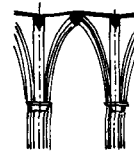
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt





0 5 10 Langhaus St. Johannis-Kirche Meldorf

Gotik

⊙ überhöhtes

Kuppelgewölbe

$2h/d = 1,76$

Gurte spitzbogig

Rippengewölbe

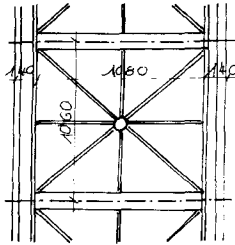
Ziegel 28cm

Bauzeit um 1250

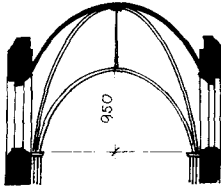
Quelle: Pieper

Sicherungsakte

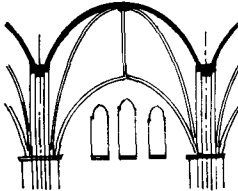
Grundriß



Querschnitt

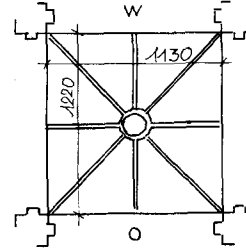


Längsschnitt

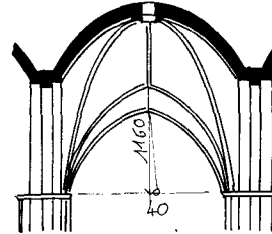


0 5 10 Vierung

Grundriß



Querschnitt



Dom zu Minden

Romanik

⊙ überhöhtes

Kuppelgewölbe

$2h/d = 2,05$

Gurte spitzbogig

$2e/d = 0,07$

Rippengewölbe

Bruchstein 90cm

Bauzeit um 1230

Quelle: Brüggemann

Sicherungsakte

0 5 10 Langhaus Oberwasser-Kirche, Münster

Gotik

△ spitzbogiges  
Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,35$$

$$2e/d = 0,47$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,36$$

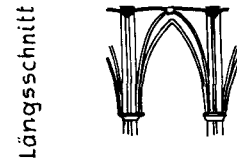
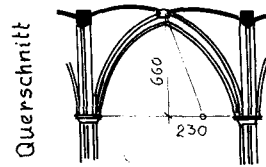
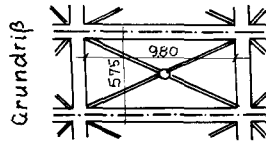
Rippengewölbe

Ziegel 14 cm

Bauzeit um 1350

Quelle: Prof. Dr. Ullrich

Baufaufnahme



0 5 10 Langhaus Markt-Kirche, Neustadt, Holst.

Gotik

△ spitzbogiges  
Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,37$$

$$2e/d = 0,43$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,30$$

Rippengewölbe

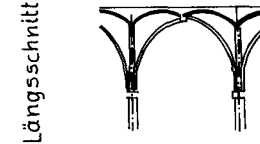
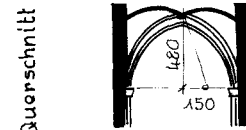
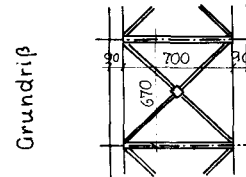
Ziegel 14 cm

Bauzeit um 1350

Quelle: Dr. Poser

Landeskirchenbau.

Kiel



0 5 10

Chor Johannis-Kirche Nieblum, Föhr

Gothik

○ überhöhtes

Kuppelgewölbe

 $2h/d = 1,73$ 

Gurte Halbkreis

Rippengewölbe

Ziegel 30 cm

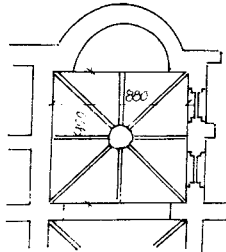
Bauzeit um 1290

Quelle: Dr. Pöser

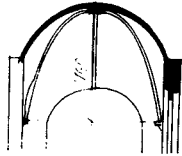
Landeskirchenbauamt

Kiel

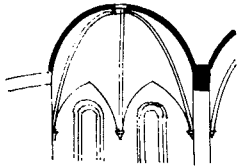
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10

Mittelschiff Frauenkirche Nürnberg

Gothik

▲ angespitztes

Kreuzgewölbe

 $2h/d = 1,20$  $2e/d = 0,20$ 

Gurte spitzbogig

 $2e/d = 0,16$ 

Rippengewölbe

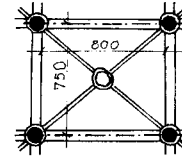
Ziegel 12 cm

Bauzeit um 1355

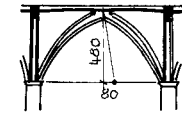
Quelle: Dr. Gremmel

Nürnberg

Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus St.Lorenz-Kirche Nürnberg

Gotik

▲ angespitztes  
Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,24$$

$$2e/d = 0,25$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,20$$

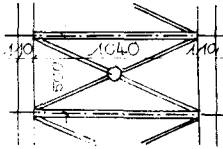
Rippengewölbe

Ziegel 17 cm

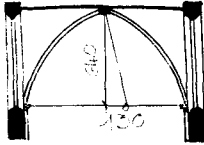
Bauzeit um 1340

Quelle: Dr.Gremmel  
Nürnberg

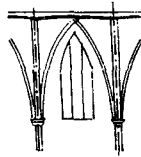
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus Dom zu Osnabrück

Romanik

⊙ überhöhtes  
Kuppelgewölbe

$$2h/d = 1,71$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,17$$

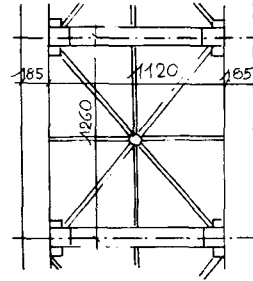
Rippengewölbe

Bruchstein 35 cm

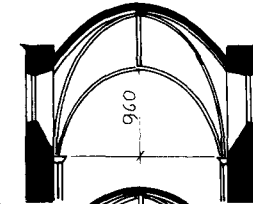
Bauzeit um 1235

Quelle: Pieper  
Sicherungsakte

Grundriß



Querschnitt



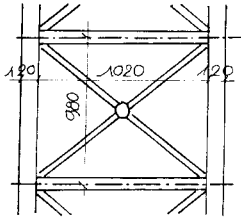
Längsschnitt



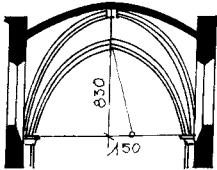
0 5 10 Langhaus Klosterkirche Otterberg

Romanik  
 ⊙ überhöhtes  
 Kuppelgewölbe  
 $2h/d = 1,63$   
 Gurte spitzbogig  
 $2e/d = 0,29$   
 Rippengewölbe  
 Bruchstein 48 cm  
 Bauzeit um 1230  
 Quelle: Büro  
 Prof. Dr. Wenzel

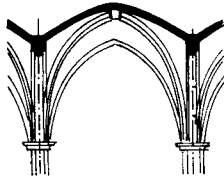
Grundriß



Querschnitt



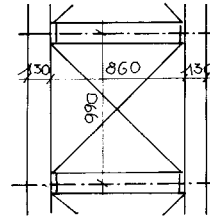
Längsschnitt



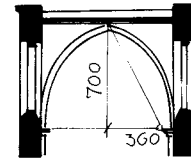
0 5 10 Langhaus Dom zu Ratzeburg

Romanik  
 Δ überh. spitzbog.  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,63$   
 $2e/d = 0,83$   
 Gurte spitzbog.  
 $2e/d = 0,90$   
 Gratgewölbe  
 Ziegel 28 cm  
 Bauzeit um 1190  
 Quelle: Landesbau-  
 Amt Lübeck

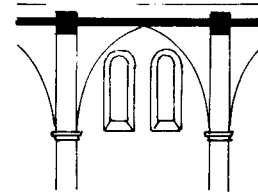
Grundriß



Querschnitt

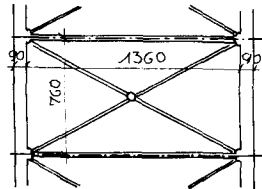


Längsschnitt

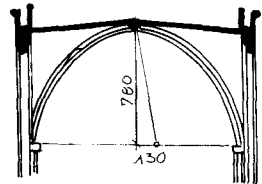


0 5 10 Hochiff Ostteil

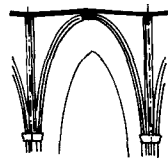
Grundrip



Querschnitt



Längsschnitt



Dom zu Regensburg

Gotik

▲ leicht angespitzt.

Kreuzgewölbe

$2h/d = 1,15$

$2e/d = 0,19$

Gurte spitzbogig

$2e/d = 0,19$

Rippengewölbe

Ziegel 30 cm

Bauzeit um 1330

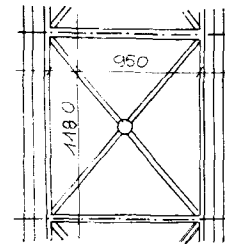
Quelle: Landbauamt

Regensburg

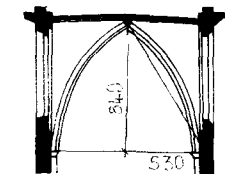
0 5 10

Langhaus Klosterk. Riddagshausen

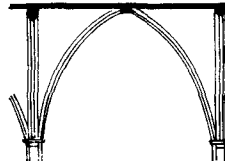
Grundrip



Querschnitt



Längsschnitt



Gotik

△ überhöht.spitzb.

Kreuzgewölbe

$2h/d = 1,77$

$2e/d = 1,12$

Gurte spitzbog.

$2e/d = 1,00$

Rippengewölbe

Kalkstein 25 cm

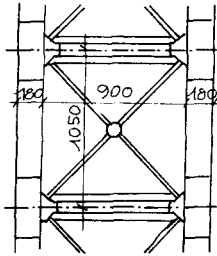
Bauzeit um 1270

Quelle: Pieper

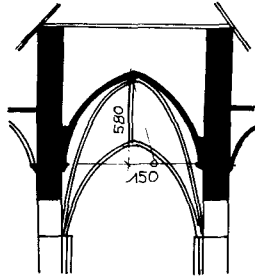
Sicherungsakte

0 5 10 Langhaus

Grundriß

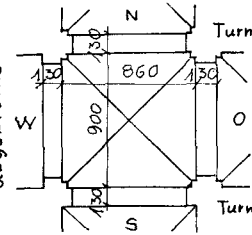


Querschnitt

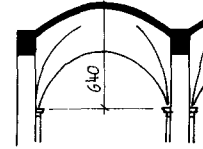


Dom zu Schleswig  
Romanik  
▲ angespitztes  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,29$   
 $2e/d = 0,33$   
Gurte spitzbogig  
 $2e/d = 0,40$   
Rippengewölbe  
Ziegel 25 cm  
Bauzeit um 1250  
Quelle: Pieper  
Sicherungsakte

0 5 10 Vierung St. Lorenzk. Schöningen

Grundriß  
abgebrochen

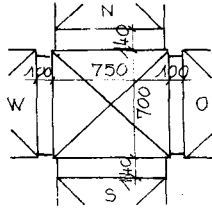
Längs- und Querschnitt



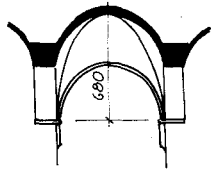
Romanik  
○ Kuppelgewölbe  
 $2h/d = 1,49$   
Gurte Halbkreis  
Gratgewölbe  
Kalkstein 40 cm  
Bauzeit um 1190  
Quelle: Dr. Martens  
Sicherungsakte

0 5 10 Vierung Marienkir. Bad Segeberg

Grundriß



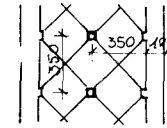
N-S-Schnitt



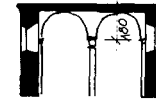
Romanik  
 ⊙ überhöhtes  
 Kuppelgewölbe  
 $2h/d=1,80$   
 Gurte Halbkreis  
 Gratgewölbe  
 Ziegel 40 cm  
 Bauzeit um 1200  
 Quelle: Pieper  
 Sicherungsakte

0 5 10 Langhaus St.Nicolai-Kapelle Soest

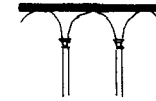
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



Romanik  
 ■ Halbkreis-  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d=1,03$   
 Gurte Halbkreis  
 Rippengewölbe  
 Sandstein 55 cm  
 Bauzeit um 1200  
 Quelle: Arch.Stiegem.  
 Baufnahme



0 5 10 Langhaus St Patrokli-Dom Soest

Romanik

□ leicht überhöht.

Kreuzgewölbe

 $2h/d = 1,06$ 

Aurte Halbkreis

Gratgewölbe

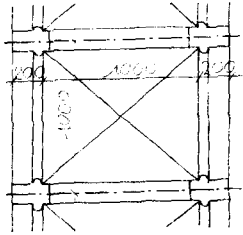
Bruchstein 50 cm

Bauzeit um 1150

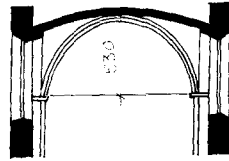
Quelle: Aludorff

"Die Bau- und Kunst-  
Denkmäler des Kreises  
Soest"

Grundriß



Querschnitt

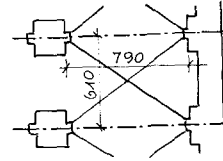


Längsschnitt

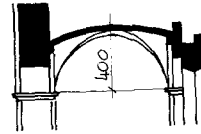


0 5 10 Seitenschiff

Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt

Bau I Dom zu Speyer  
Romanik■ Halbkreis-  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,01$ 

Aurte Halbkreis

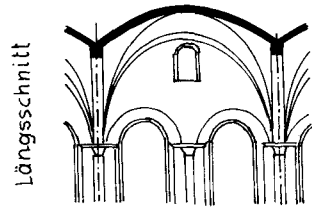
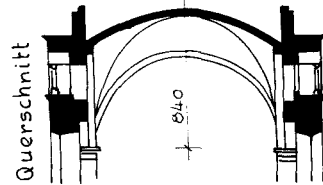
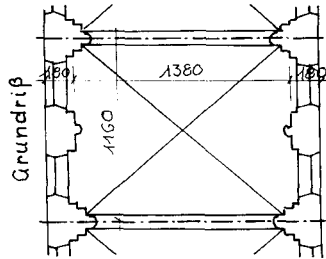
Gratgewölbe

Sandstein 45 cm

Bauzeit um 1045

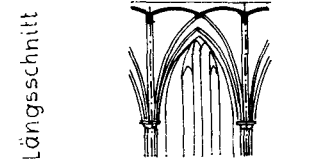
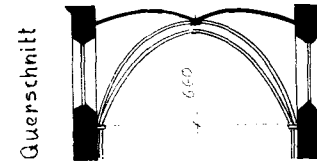
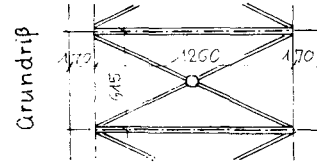
Quelle: Prof. Dr. Haas  
Dissertation

0 5 10 Mittelschiff



Bau II Dom zu Speyer  
Romanik  
☒ überhöhtes  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,22$   
Gurt-Halbkreis  
Gratgewölbe  
Tuffstein 50 cm  
Bauzeit um 1100  
Quelle: Prof. Dr. Haas  
Dissertation

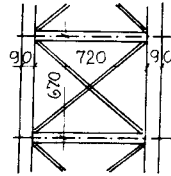
0 5 10 Langhaus St. Nikolaik. Stralsund



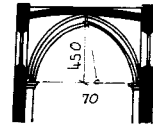
Gotik  
□ leicht überhöht.  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d = 1,05$   
Gurt spitzbogig  
Rippengewölbe  
Ziegel 14 cm  
Bauzeit um 1300  
Quelle: U. Kiefer  
Kirchenkreis  
Stralsund

0 5 10 Langhaus Stiftskirche Süpplingenburg

Grundriß



Querschnitt



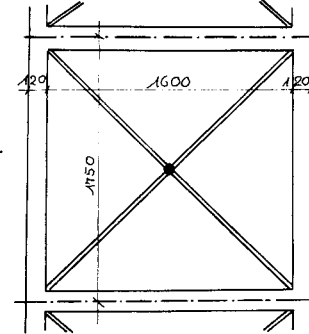
Längsschnitt



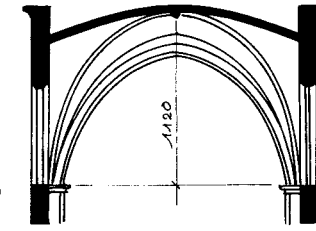
Romanik  
 ▲ angespitztes  
 Kreuzgewölbe  
 $2h/d=1,25$   
 $2e/d=0,19$   
 Gurte spitzbogig  
 Rippengewölbe  
 Kalkstein 50 cm  
 Bauzeit um 1230  
 Quelle: Pieper  
 Sicherungsakte

0 5 10 Langhaus

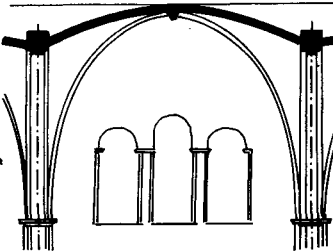
Grundriß



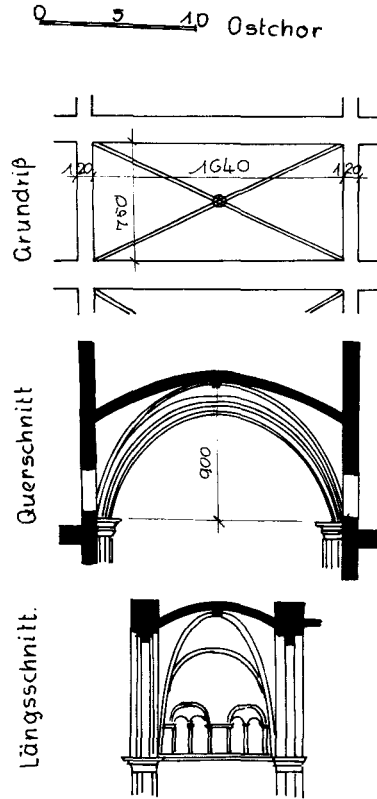
Querschnitt



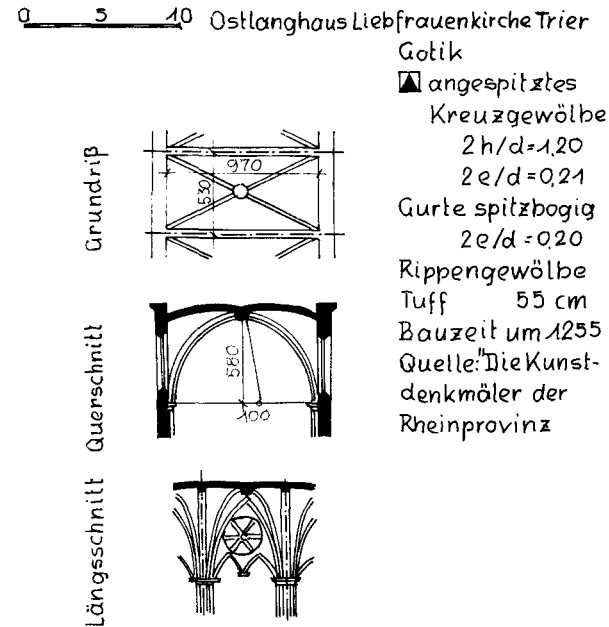
Längsschnitt



Dom zu Trier  
 Romanik  
 ○ Kuppelgewölbe  
 $2h/d=1,40$   
 Gurte spitzbogig  
 Rippengewölbe  
 Tuff 50 cm  
 Bauzeit um 1210  
 Quelle: "Kunstdenk-  
 mäler der Rhein-  
 provinz"



Dom zu Trier  
Romanik  
□ leicht überhöht.  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d=1,10$   
Gurte Halbkreis  
Rippengewölbe  
Tuff 55 cm  
Bauzeit um 1180  
Quelle: "Die Kunst-  
denkmäler der  
Rheinprovinz"



Gotik  
▲ angespitztes  
Kreuzgewölbe  
 $2h/d=1,20$   
 $2e/d=0,21$   
Gurte spitzbogig  
 $2e/d=0,20$   
Rippengewölbe  
Tuff 55 cm  
Bauzeit um 1255  
Quelle: "Die Kunst-  
denkmäler der  
Rheinprovinz"

0 5 10 Langhaus Dom St. Maria Wetzlar

Gotik

△ spitzbogiges  
Kreuzgewölbe

$$2h/cl = 1,39$$

$$2e/d = 0,49$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,40$$

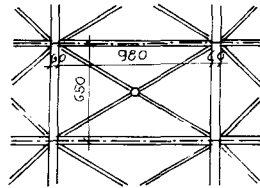
Rippengewölbe

Bruchstein 35 cm

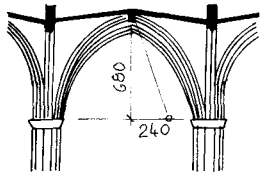
Bauzeit um 1310

Quelle: Arch. Rohrbach

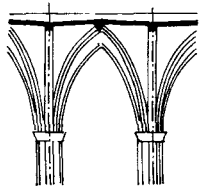
Grundrip



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Nonnenchor Kloster Wienhausen

Gotik

⊠ überhöhtes  
Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,22$$

Gurte Halbkreis

Rippengewölbe

Ziegel 14 cm

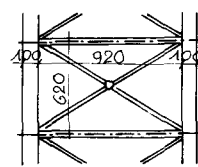
Bauzeit um 1310

Quelle: Pieper

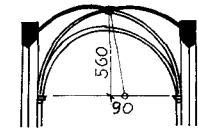
Sicherungsakte

$$2e/d = 0,20$$

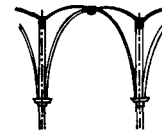
Grundrip



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Chor u. Vierung Stiftskirche Wimpfen

Gotik

☒ leicht angespitzt.

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,19$$

$$2e/d = 0,15$$

Gurte spitzbogig

$$2e/d = 0,15$$

Rippengewölbe

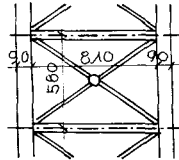
Kalkstein 35 cm

Bauzeit um 1270

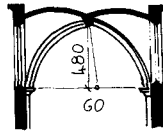
Quelle: Sakristan

Br. Volz

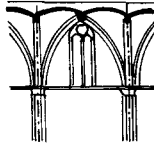
Grundriß



Querschnitt



Längsschnitt



0 5 10 Langhaus Pfarrkirche Wessel

Romanik

☒ Überhöhtes

Kreuzgewölbe

$$2h/d = 1,18$$

Gurte Halbkreis

Rippengewölbe

Tuff 55 cm

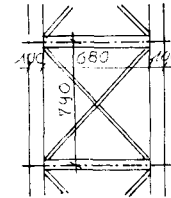
Bauzeit um 1140

Quelle: Architektin

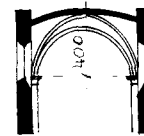
Breitenbach

Süchteln

Grundriß



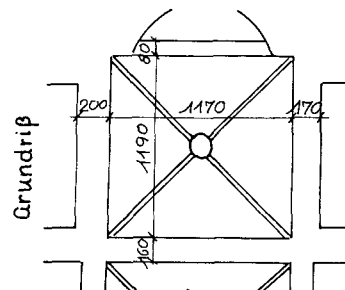
Querschnitt



Längsschnitt

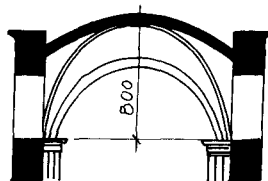


0 5 10 Ostchor

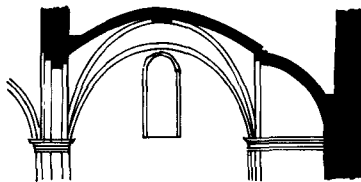


Dom zu Worms  
Romanik  
○ Kuppelgewölbe  
 $2h/d = 1.37$   
Gurte Halbkreis  
Rippengewölbe  
Bruchst.+Tuff 60cm  
Bauzeit um 1175  
Quelle: Diözesan-  
Bauamt Mainz

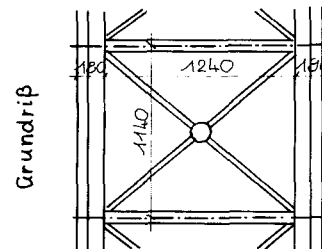
Querschnitt



Längsschnitt

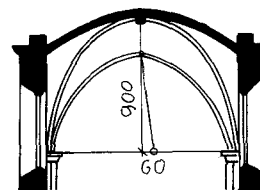


0 5 10 Langhaus

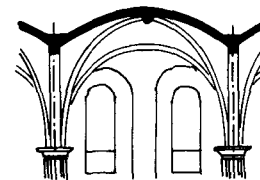


Dom zu Worms  
Romanik  
○ Kuppelgewölbe  
 $2h/d = 1.45$   
Gurte spitzbogig  
 $2e/d = 0.10$   
Rippengewölbe  
Bruchst.+Tuff 45cm  
Bauzeit um 1190  
Quelle: Diözesan-  
Bauamt Mainz

Querschnitt



Längsschnitt



## Zu Art. PIEPER: Zeitstreifen 1 Liste der erfaßten Gewölbe und ihrer Kennzeichen

Bauzeit der Gewölbe	Standort	Bauwerk und Bauteil	Typ Sym- bol	Bau- stil	Spannweiten quer d(cm)	längs l(cm)	Flächen A(m <sup>2</sup> )	Höhen h(cm)	2h/d	Anspitz. e(cm)	2e/d	Kanten	Material	Dicke t(cm)
1045	Speyer	Dom, Seitenschiffe	■	R	790	610	49	400	1,01	0	0	Grate	Bruchst.	45
1100	Speyer	Dom, Mittelschiff	⊠	R	1380	1160	160	840	1,22	0	0	Grate	Bruchst.	50
1120	Mainz	Dom, Mittelschiff	⊠	R	1360	1020	139	900	1,32	0	0	Rippen	Bruchst.	50
1130	Idensen/Niedersachsen	Alte Kirche, Mittelfeld	□	R	540	480	26	300	1,11	0	0	Grate	Tuff	37
1140	Wissel/Niederrhein	Pfarrkirche St. Clemens, Langhaus	⊠	R	680	790	54	400	1,18	0	0	Rippen	Tuff	55
1150	Knechtsteden/Niederrhein	Klosterkirche, Vierung	○	R	900	900	81	680	1,51	0	0	Grate	Tuff	33
1150	Maria Laach	Klosterkirche, Mittelschiff	■	R	855	640	55	440	1,03	0	0	Grate	Tuff	50
1150	Soest/Weftfalen	Dom, St. Patrokli, Mittelschiff	□	R	1000	1000	100	530	1,06	0	0	Grate	Bruchst.	50
1150	Köln	St. Georg, Langhaus	⊠	R	740	820	61	440	1,19	0	0	Grate	Tuff	35
1170	Goslar/Niedersachsen	Vorhalle des abgerissenen Domes	■	R	700	460	32	350	1,00	0	0	Grate	Bruchst.	50
1170	Heiningen/Niedersachsen	Klosterkirche, Langhaus	⊠	R	850	750	64	450	1,06	25	0,06	Grate	Bruchst.	?
1175	Worms	Dom, Ostchor	○	R	1170	1290	151	800	1,37	0	0	Rippen	Tuff	60
1180	Trier	Dom, Ostchor	○	R	1640	950	156	900	1,10	0	0	Rippen	Tuff	55
1180	Königsutter/Niedersachsen	Stiftskirche, Chor	⊠	R	900	1030	93	520	1,16	0	0	Grate	Bruchst.	60
1185	Braunschweig	Dom, Langhaus	⊠	R	900	900	81	480	1,08	45	0,10	Grate	Bruchst.	50
1185	Goslar/Niedersachsen	Neuerwerk-Kirche, Langhaus	⊠	R	710	820	58	510	1,44	240	0,68	Rippen	Bruchst.	?
1190	Worms	Dom, Mittelschiff, Langhaus	○	R	1240	1140	142	900	1,45	60	0,10	Rippen	Tuff	45
1190	Schöningen/Niedersachsen	Klosterkirche St. Lorenz, Vierung	○	R	860	1030	88	640	1,49	0	0	Grate	Bruchst.	40
1190	Berghausen/Weftfalen	St. Cyriakus, Vierung	○	R	580	660	38	400	1,38	0	0	Grate	Bruchst.	48
1190	Ratzeburg/Holstein	Dom, Langhaus	△	R	860	990	85	700	1,63	360	0,83	Grate	Ziegel	28
1200	Braunschweig	Martini-Kirche, Mittelschiff	□	R	720	800	58	380	1,06	0	0	Grate	Bruchst.	34
1200	Soest	St. Nikolai - Kapelle, Langhaus	■	R	350	350	12	180	1,03	0	0	Rippen	Bruchst.	55
1200	Lübeck	Dom, Querschiff	○	R	1020	1090	111	800	1,57	0	0	Grate	Ziegel	42
1200	Segeberg/Holstein	Marienkirche, Vierung	○	R	750	840	63	680	1,80	0	0	Grate	Ziegel	40
1200	Braunschweig-Melverode	Nikolai - Kirche Mittelschiff	□	R	400	470	19	220	1,10	0	0	Grate	Bruchst.	40
1210	Trier	Dom, Mittelschiff Langhaus	○	R	1600	1750	280	1120	1,40	0	0	Rippen	Tuff	50
1220	Köln	Maria-Lyskirchen, Langhaus	○	R	630	680	43	600	1,90	0	0	Rippen	Tuff	30
1220	Altenkrempe/Holstein	Pfarrkirche, Langhaus	△	R	730	930	68	620	1,70	340	0,93	Grate	Ziegel	29
1230	Minden	Dom, Vierung	○	R	1130	1220	138	1160	2,05	0	0	Rippen	Bruchst.	90
1230	Otterberg/Pfalz	Klosterkirche, Langhaus	○	R	1020	980	100	830	1,63	0	0	Rippen	Bruchst.	48
1230	Süplingen/Niedersachs.	Stiftskirche St. Johann, Langhaus	⊠	R	720	670	48	450	1,25	70	0,19	Rippen	Bruchst.	50
1230	Braunschweig	Katharinen-Kirche, Mittelschiff	⊠	R	700	770	54	420	1,19	120	0,34	Grate	Bruchst.	38
1230	Bamberg	Dom, Mittelschiff	△	R	1200	1180	142	980	1,63	540	0,90	Rippen	Tuff	30
1235	Lippstadt/Weftfalen	Große Marienkirche, Mittelschiff	⊠	R	870	1060	92	800	1,84	0	0	Grate	Bruchst.	30
1235	Bimbürg	Dom, Mittelschiff	△	R	780	1000	78	640	1,64	330	0,85	Rippen	Tuff	30
1235	Osnabrück	Dom, Mittelschiff	○	R	1120	1260	141	960	1,71	0	0	Rippen	Bruchst.	35
1235	Köln	St. Severin, Chorbereich	○	R	920	970	89	700	1,52	0	0	Rippen	Tuff	40
1240	Goslar/Niedersachsen	Marktkirche, Mittelschiff	⊠	R	750	680	51	420	1,12	60	0,16	Grate	Bruchst.	35
1240	Magdeburg	Dom, Chor	⊠	G	1095	582	64	730	1,33	240	0,44	Rippen	Bruchst.	55
1250	Schleswig	Dom, Mittelschiff	⊠	R	900	1050	95	580	1,29	150	0,33	Rippen	Ziegel	25
1250	Braunschweig	Andreaskirche, Langhaus	△	R	660	700	46	340	1,03	40	0,12	Grate	Bruchst.	35
1255	Trier	Liebfrauenkirche, Ostteil	⊠	G	970	530	51	580	1,20	100	0,21	Rippen	Tuff	55
1260	Ebrach/Bayern	Abteikirche, Mittelschiff	⊠	R	1100	740	81	670	1,22	160	0,29	Rippen	Bruchst.	50
1265	Meißen	Dom, westl. Langhaus	⊠	G	990	485	48	600	1,21	170	0,34	Rippen	Ziegel	17
1270	Marburg	Elisabethkirche, Mittelschiff	⊠	G	970	500	49	560	1,15	100	0,21	Rippen	Bruchst.	35
1270	Riddagshausen/Niedersachs.	Klosterkirche, Mittelschiff	△	G	950	1180	112	840	1,77	530	1,12	Rippen	Bruchst.	25
1270	Wimpfen/Neckar	Stiftskirche, Vierung und Chor	⊠	G	810	580	47	480	1,19	60	0,15	Rippen	Bruchst.	35
1280	Braunschweig	Katharinenkirche, Seitenschiffe	⊠	G	700	770	54	520	1,49	200	0,57	Rippen	Bruchst.	25
1280	Lübeck	Marienkirche, Chor	⊠	G	1250	680	85	680	1,09	80	0,13	Rippen	Ziegel	14
1280	Meldorf/Schleswig	Johanniskirche, Langhaus	○	G	1080	1060	115	950	1,76	0	0	Rippen	Ziegel	28
1290	Lübeck	Heilig-Geist-Hosp., Seitensch.	△	G	800	800	64	600	1,50	300	0,75	Rippen	Ziegel	14
1290	Köln	Dom, Chor	△	G	1350	740	92	1100	1,63	540	0,80	Rippen	Tuff	45
1290	Lübeck	Petrikirche, Mittelschiff	⊠	G	670	830	56	340	1,01	30	0,09	Rippen	Ziegel	14
1290	Nieblum/Insel Föhr	Johanniskirche, Chor	○	G	880	1000	58	760	1,73	0	0	Rippen	Ziegel	30
1300	Stralsund	Nikolskirche, Langhaus	□	G	1260	615	77	660	1,05	0	0	Rippen	Ziegel	14
1300	Freiburg	Münster, Langhaus	⊠	G	1080	690	75	600	1,21	100	0,19	Rippen	Ziegel	35
1300	Lübeck	Jakobikirche, Mittelschiff	⊠	G	880	880	77	520	1,18	100	0,23	Rippen	Ziegel	14
1300	Braunschweig	Agidienkirche, Ostteil	△	G	940	940	88	680	1,45	280	0,60	Rippen	Bruchst.	32
1310	Lüneburg	Johanniskirche, Mittelschiff	△	G	1000	750	75	800	1,60	400	0,80	Rippen	Ziegel	19
1310	Wienhausen/Niedersachsen	Klosterkirche, Nonnenchor	⊠	G	920	620	57	560	1,22	90	0,20	Rippen	Ziegel	14
1310	Wetzlar	Dom, Langhaus	△	G	980	650	64	680	1,39	240	0,49	Rippen	Bruchst.	35
1320	Lübeck	Marienkirche, Langhaus	⊠	G	1250	680	85	680	1,09	80	0,13	Rippen	Ziegel	14
1330	Regensburg	Dom, Ostteil	⊠	G	1360	760	103	780	1,15	130	0,19	Rippen	Ziegel	30
1340	Lübeck	Dom, Langchor	○	G	1000	1050	105	860	1,72	0	0	Rippen	Ziegel	14
1340	Nürnberg	St. Lorenz-Kirche, Langhaus	⊠	G	1040	500	52	640	1,24	130	0,25	Rippen	Ziegel	17
1350	Neustadt/Holstein	Stadtkirche, Mittelschiff	△	G	700	670	47	480	1,37	150	0,43	Rippen	Ziegel	14
1350	Lübeck	Katharinenkirche, Mittelschiff	⊠	G	950	700	66	520	1,09	50	0,11	Rippen	Ziegel	14
1350	Münster	Überwasser-Kirche, Langhaus	⊠	G	980	575	56	660	1,35	230	0,47	Rippen	Ziegel	14
1350	Magdeburg	Dom, Langhaus	⊠	G	1035	576	59	740	1,43	220	0,43	Rippen	Bruchst.	30
1355	Braunschweig	Brüderkirche, Chor	⊠	G	960	700	67	640	1,34	180	0,37	Rippen	Bruchst.	30
1355	Nürnberg	Unser-lieben-Frauen-Kir. Mittel.	⊠	G	800	750	60	480	1,20	80	0,20	Rippen	Ziegel	12

Bild 4 Rundbogige Gewölbeformen

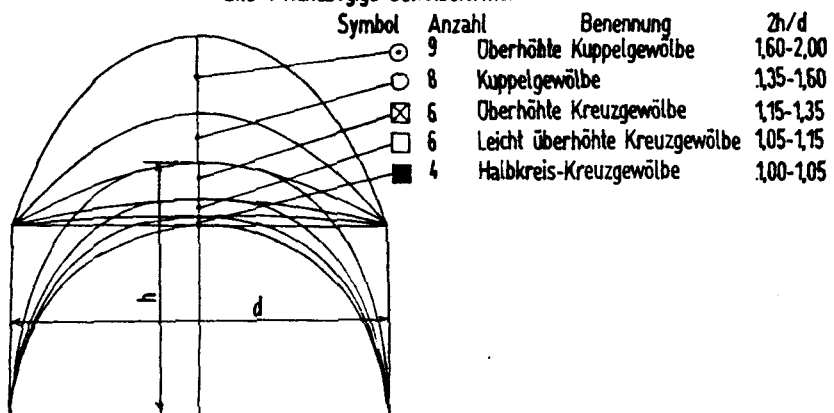
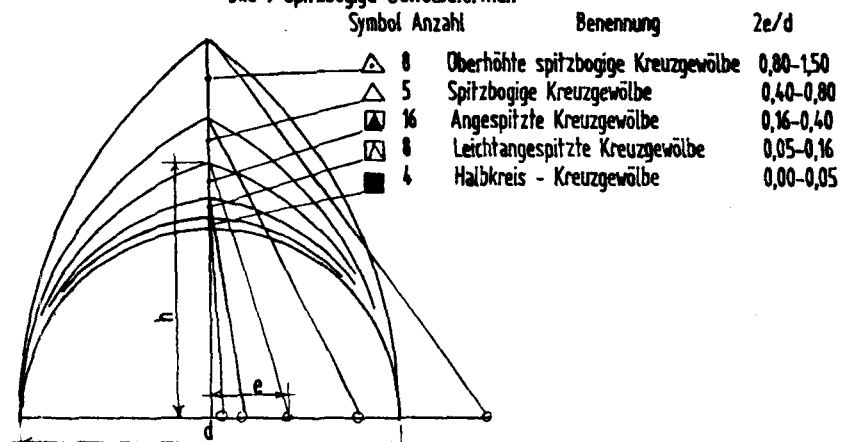
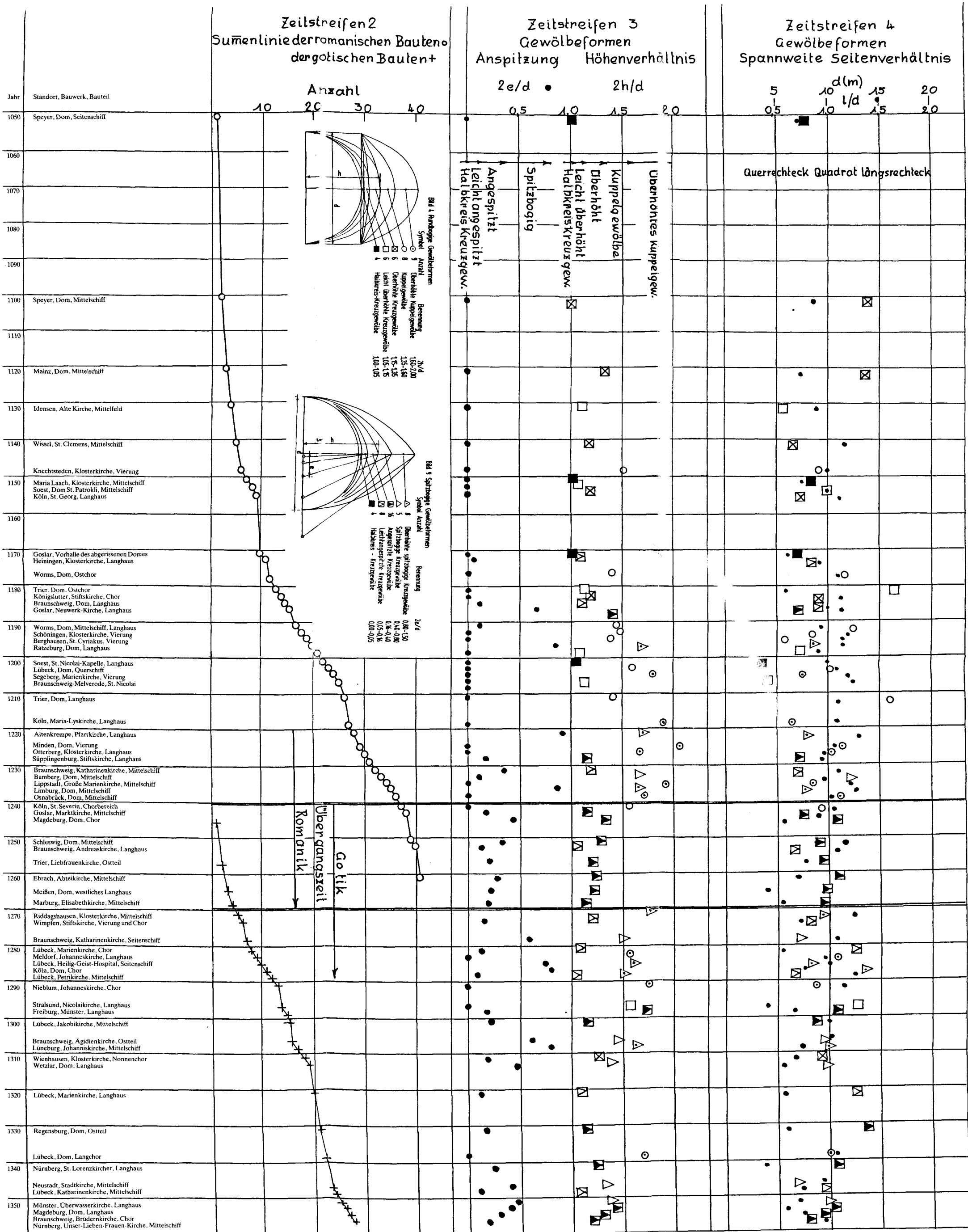


Bild 9 Spitzbogige Gewölbeformen





Zu Art. PIEPER: Zeitstreifen 2, 3 und 4



Zu Art. PIEPER: Zeitstreifen 5 und 6

